#56

西水研研報
Bull. Seikai Reg.
Fish. Res. Lab.
(56), 1981

LIBRARY
AUG 2 6 1981
National Marine Fisheries Service
2570 Dole Street
Honolulu, Hawaii

BULLETIN
OF THE
SEIKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

No. 56
March 1981

西海区水産研究所研究報告

第56号

東シナ海における底魚の餌生物としてのやむし
…… 永沢祥子・丸茂隆三 1

平戸島志々伎湾におけるチダイ当歳魚個体群の摂餌生態 …… 木曾克裕 15

有明海における懸濁物質の研究—Ⅰ.
筑後川懸濁粘土粒子の河口域への輸送 …… 代田昭彦・田中勝久 27

油谷湾におけるエビ・カニ類の生態学的研究—Ⅰ.
出現種および種組成の季節的変化 …… 小嶋喜久雄・花渕靖子 39

油谷湾における若齢期マダイの成長 …… 小嶋喜久雄 55

壱岐および見島近海におけるマダイの産卵について …… 小嶋喜久雄 71

養殖マダイ産出卵の移送機構に関する研究—Ⅱ.
卵・仔稚魚の分布特性について
…… 松浦秀喜・有薗真琴・角田信孝 89

西海区水産研究所
長崎市国分町49

昭和56年3月

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/bulletin-seikai-national-fisheries-research-institute_1981-03_56

西水研研報 第56号，昭和56年3月
Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., No. 56, Mar. 1981

東シナ海における底魚の餌生物としてのやむし

永沢 祥子*・丸茂 隆三*

Chaetognaths as Food of Demersal Fishes in the East China Sea

Sachiko NAGASAWA* and Ryuzo MARUMO*

Chaetognath specimens were collected from the stomach contents of 11 species of demersal fishes in the East China Sea in order to obtain information on the predators of chaetognaths. It was clarified that the morphological characteristics of eyes, pigmented regions and hooks are valid for identifying chaetognaths ingested.

This paper deals with the importance of chaetognaths as food of demersal fishes and species characteristics of chaetognaths fed by demersal fishes. Chaetognaths obtained with a larval net (1.5mm in mesh aperture, 2 m in mouth diameter) were first identified and the examination of distribution and parasites were then carried out.

The results of the present investigation are summarized as follows

1) Eleven species of demersal fishes fed mainly on copepods, chaetognaths, euphausiids, mysids, macrurans and fish larvae.

2) The ratio of specimens with chaetognaths in their stomach to the entire specimens was not always high, ranging from 0.9 to 64.3%.

3) Chaetognaths ingested by most of demersal fishes were less than 10 individuals per single species. This presumably indicates the presence of swarm of chaetognaths of particular species.

4) Among 20 species which belong to 4 genera of chaetognaths, 5 species were found most abundantly. Among 5 species, *Sagitta nagae* and *S. enflata* were often found in the stomach.

5) Specimens mainly containing *S. nagae* were obtained from the northern part of the East China Sea, while fishes mainly having *S. enflata* were collected from the southern part. The distribution of chaetognaths presumed on the basis of distribution of demersal fishes and chaetognaths ingested by them coincided well with

昭和55年10月1日受理 (Received October 1, 1980)
西海区水産研究所業績 第383号 (Contributions from the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, No. 383)
*東京大学海洋研究所 (Ocean Research Institute, University of Tokyo)

the distributional pattern derived from the specimens collected with a plankton net by the previous author.

6) Plankton samples collected with a larval net seem to be unreliable both for quantitative and qualitative analyses. However, as far as large-sized chaetognath species in this area are concerned, relative abundance and the occurrence of dominant species were identical with the results based on the plankton net collections.

7) In the East China Sea, *S. enflata*, *S. pulchra* and *Pterosagitta draco* were frequently infected with metacercariae, cestodes and nematodes. However, infection by gregarines and ciliates, which are the important parasites in Suruga Bay was not found there.

8) Except infection by a single larval trematode at least 4 small metacercariae were frequently parasitic on their host chaetognaths.

9) *Sagitta enflata* obtained from Stn. 238 was infected with a metacercaria belonging to the family Hemiuridae *Lecithocladium*, at least 4 small metacercariae of the *Monilicaecum*-group, or a larval nematode of the family Anisakidae *Thynnascaris*.

10) It was impossible to identify larval trematodes of *Lecithocladium* and larval nematodes of *Thynnascaris* to the species level. Both genera include many identified species whose adults parasitize in the stomach or intestine of marine fishes. This suggests that fishes containing chaetognaths infected with larvae of these parasites may be infected with adults of these parasites. It is therefore necessary to determine which species of demersal fishes in the area investigated are infected with adult worms of *Lecithocladium* and *Thynnascaris* from the viewpoint of parasitology.

緒　　言

やむしの食物連鎖における位置を解明するには，その餌生物と捕食者に関する資料が必要である．しかし，現在やむしの捕食者に関する資料は餌生物に比べて少ない．これは，やむしは捕食され，消化されると，顎毛しか残らないことが多いので，見落されやすく，また種の同定が困難なためである[1]．Nagasawa and Marumo[2] は走査電子顕微鏡を用いて，やむしの顎毛の構造を明らかにし，これに基づいておきあみの胃内容物中に発見された顎毛から，やむしの種を同定した．このように，顎毛や眼色素の形態的特徴に基づいて，捕食されたやむしの種同定が可能になってきた[3]．著者らはこれまでにスケトウダラ，マナガツオ，マサバ，サンマ，アラスカメヌケ，マイワシ，キングチおよびコニベの胃内容物からやむしの標本を収集してきた．これらの魚のうち，前3種が捕食したやむしについてはすでに報告した[4]．

本研究では，東シナ海における底魚の胃内容物調査に基づいて，底魚11種が摂餌したやむしを同定・計数し，魚の餌としてのやむしの重要性を検討する．また，底魚の地理分布とその胃内容物中のやむしの組成に基づいて，やむしの地理分布を推定する．さらに，稚魚ネットで採集されたやむしについて，その出現種，分布および寄生生物を明らかにし，これを従来の知見と比較する．

各種の底魚の胃内容物から検出されたやむしの標本と稚魚ネットで採集されたやむしの標本および底魚の体長，湿重量，餌生物の資料は，西海区水産研究所摂餌機構研究グループに提供していただいた．ここに深

Table 1. 東シナ海の底魚11種に関する資料
Data on eleven species of demersal fishes obtained from the East China Sea.

Demersal fish species*	Sample No.	Total length (mm)	Wet weight (g)	Food organisms**											Station No.
				a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	
A	1	112	10.3	○	○				●						233
	2	134	17.3	○					●						233
	3	126	15.1	○					●	○					234
	4	146	23.0	○	○	○			●		○				234
	5	117	14.7	○	●										236
	6	123	16.2	○	○				●	○					236
	7	124	14.5	○	●	○								○	236
	8	126	17.8	○	●										236
	9	127	16.5	○	●	○				○					236
	10	127	17.3	○	●	○							○		236
	11	128	17.2	○	●										236
	12	130	16.2	○	●	○								○	236
	13	132	19.2	○	●				○						236
	14	134	17.7	○	●				○						236
	15	135	19.6	●	○										236
	16	136	19.4	●	○										236
	17	152	30.7	○	●	○									236
	18	132	16.8	○	●	○									237
	19	115	14.3	○				○	●	○					243
	20	118	12.5	●					○						243
	21	122	16.3	○					●	○					243
	22	142	25.2	○	○				●	○					243
B	1	48	1.38	○	●			○	○			○			217
	2	48	1.31	○	●				○						217
	3	49	1.49	○	●					○					227
	4	49	1.33	○	●										227
	5	49	1.37	○	●				○	○					227
	6	50	1.41	○	●				○	○					227
	7	51	1.48	○					○	●					227
	8	51	1.63	○	●			○	○	○					227
	9	52	1.59	○	●					○					227
	10	53	1.71	○	●					○		○			227
	11	53	1.83	●	○										227
	12	54	2.01	○	●			○							227
	13	55	2.02	○	●					○					227
	14	55	2.04	●	○		○					○			227
	15	58	2.48	●	○	○			○	○					227
	16	58	2.49	●			○								227
	17	66	3.47	●	○				○	○					227
C	1	79	4.3	○	●					○					236
	2	51	1.5	○	●	○									237
	3	64	2.5	○	●				○					○	237
	4	72	3.4	○	●				○					○	237
	5	73	3.7	○	●	○								○	237
	6	73	4.5	○	●				○					○	237
	7	76	4.6	○	●				○					○	237
	8	78	4.3	○	●										237
	9	78	4.5	○	●									○	237
	10	110	11.6	○	●					○			○	○	237
	11	130	29.7	●					○	○					243
	12	140	36.4	●					○						243
	13	142	34.8	●					○	○					243

Table 1. (continued)

Demersal fish species*	Sample No.	Total length (mm)	Wet weight (g)	Food organisms**											Station No.
				a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	
D	1	72	2.50	○	○			○	●					○	217
	2	56	1.32	○	○										225
	3	56	1.24	○				○		○					227
	4	56	1.55	●									○		227
	5	52	1.07	○	○										229
	6	60	1.32	○											229
E	1	98	8.4	○		○			●	○					233
	2	138	20.5	○		●		○		○					243
	3	138	22.5	○											243
	4	148	33.4	○				●							243
F	1	103	3.7	○											233
	2	105	4.3	○					○						233
G	1	38	0.73	○											207
H	1	50	1.44	○					○	○					225
I	1	318	99	●						○				○	243
J	1	125	15.6	○	●									○	237
K	1	231	102	○											238

*: Alphabetized species of demersal fishes are as follows: A: *Pseudosciaena manchurica* (yellow croaker), B: *Synagrops philippinensis* (apogon), C: *Collichthys niveatus* (croaker), D: *Champsodon snyderi* (stargazer), E: *Johnius belengerii* (croaker), F: *Harpodon nehereus* (no English name), G: *Apogon lineatus* (apogon), H: *Acropoma japonicum* (apogon), I: *Coilia ectenes* (Korean flat shad), J: *Pseudosciaena crocea* (croaker) and K: *Cleisthenes pinetorum* (flat fish).

**: Food organisms expressed as a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, and k show taxonomic groups. a: chaetognaths, b: copepods, c: mysids, d: cumaceans, e: amphipods, f: euphausiids, g: macrurans, h: brachyurans, i: decapod larvae, j: stomatopod larvae, k: fish larvae. Circles show the presence of diet in the stomach contents and closed circles in particular show the dominant diet.

く感謝の意を表する．また，発表の機会を与えられた西海区水産研究所長佐藤重勝博士に深謝する．

材 料 と 方 法

底魚の胃内容物調査のために，東シナ海の11測点（Fig. 1）で1973年11月3日～11月17日にトロール網（長崎県立水産高等学校漁業練習船長水丸）の1時間びきによって試料を採集した．やむしを摂餌していた底魚11種の69標本について，魚の全長，湿重量を測定し，餌生物を調べた（Table 1）．また，胃内容物中のプランクトンと現場のプランクトン組成を比較するために，各測点において網目1.5㎜，口径1.3mおよび2mの2種の稚魚ネットで，それぞれ表層，底から20mの層（中層とよぶ）を10分間水平にひいて44試料を採集し，分類群ごとにわけた．

胃内容物中のやむしの大部分は消化があまり進んでいなかったので，同定は容易であった．一方，顎毛しか検出されなかった標本はメブトカンダリ2個体とソウハチ1個体のみで少なかった．これらについては，顎毛を走査電子顕微鏡JSM—25で調べて，その形態的特徴を永沢・丸茂[4]と比較し，種を同定した（Table 3）．稚魚ネットで採集されたやむしはすべてについて同定を行ない，計数した．

結果および考察

1. 底魚の餌生物

やむしを摂餌していた底魚11種のうち，キングチ，メブトカンダリ，コニベ，テナガミズテング，チョウセンエツ，フウセイ，テンジクダイおよびソウハチは東シナ海の30°Nより北の測点のみから，ヒメスミクイウオ，ワニギスおよびホタルジャコは30°Nより南の測点のみから採集された（Fig. 1, Table 1）．これら底魚の主な餌生物はかいあし類，やむし類，おきあみ類，あみ類，長尾類，稚魚であった．とくにかいあし類，やむし類，おきあみ類はキングチ，ヒメスミクイウオ，メブトカンダリの餌として重要であり，いずれかが餌の中で卓越していた（Table 1）．ワニギスはかいあし類，やむし類を，コニベはやむし類，あみ類を，テナガミズテング，テンジクダイ，ホタルジャコ，チョウセンエツ，フウセイ，ソウハチはやむし類を主に摂餌していた（Table 1）．

底魚11種のうち，メブトカンダリ，コニベ，フウセイの食性[5]および東シナ海，黄海における有用漁獲物としてキングチ，メブトカンダリ，ホタルジャコ，フウセイ，ソウハチの漁獲量の月別変動と年変動[6]については報告されている．しかし，漁獲物として重要でないヒメスミクイウオ，ワニギス，テナガミズテング，テンジクダイ，チョウセンエツに関する報告はほとんどない．これに対し，キングチは東シナ海，黄海全域に広く分布し，以西底びき網漁業の漁獲物のなかで，漁獲量が多く産業的に重視されている．そのためキングチの資源の動向には大きな関心がよせられ，その漁業生物学的研究[7]や生物学的基礎に関する研究[8]が行なわれ，また食性についても報告がある[8,9]．このように，食性に関する資料があるキングチ，メブトカンダリ，コニベ，フウセイについて，その食性に検討を加える．なお，本研究で用いたキングチは全長112～152㎜，湿重量10.3～30.7ｇであり，王ら[8]の黄海南部系統群，池田[7]，最首[9]ならびに真道[10]の江蘇系群にあたる当歳魚である．

最首[9]によれば，江蘇系群のキングチの餌動物は主に長尾類，おきあみ類，端脚類，あみ類などの甲殻類，魚類とやむし類であり，とくに甲殻類を摂餌する率が高い（82%）．江蘇系群のキングチのこのような食性は成長にともなって変化することはない．王ら[8]によれば，黄海南部系統群のキングチはプランクトン，ベントス，マイクロネクトンを摂餌し，主要な餌は甲殻類，魚類，毛顎類，弁鰓類，頭足類である．同定された餌生物の種類は30種をこえ，そのなかには甲殻類は含まれるが，毛顎類の種は同定されていない．浮遊性甲殻類としては，主にあみ類，おきあみ類，端脚類，かいあし類が含まれており，本研究におけるキングチの主要な餌生物とほぼ同じである．

西海区水産研究所遠洋資源部[5]によれば，メブトカンダリはおきあみ類，あみ類，長尾類を，コニベは長尾類，魚類，端脚類を，フウセイは長尾類，魚類，短尾類，おきあみ類を摂餌する．しかし，これらの魚の餌としてかいあし類，やむし類は報告されていない．メブトカンダリとコニベの体長は本研究で用いた試料とほぼ同じかこれより大きく，フウセイの体長は本研究で用いた試料（125㎜）よりはるかに大きく，250～450㎜である．そのため，このフウセイは魚類も摂餌したのであろう．また，同じ調査で採集された他の底魚の体長はいずれも大きく，それらの底魚はかいあし類，やむし類を摂餌していない．したがって，メブトカンダリ，コニベ，フウセイをはじめ西海区水産研究所遠洋資源部[5]に報告されている底魚はタチウオ，ホウボウ[11]，シログチ，ホンニベ[9]のように成長にともなって食性を変化させ，プランクトン食からネクトン食への移行の傾向を示すと考えられる．

2. 底魚が摂餌したやむしの同定

調査した底魚のうち9種について，その全個体数（X），やむしを捕食していた個体数（Y），同定が可能なやむしを保有していた個体数（Z）をTable 2に示した．Y/Xの値は同一の底魚でも測点ごとに異なり，またこの値が40%をこえることは少なく，このような例は20例中4例であった．このようにY/Xは全体的には小さい値を示し，ワニギス，テンジクダイおよびホタルジャコでは5%以下であった．なお，ホタルジャコではその1%に満たない個体だけがやむしを摂餌していた．以上の結果は底魚がやむしを捕食する率は必ずしも高くないことを意味している．

Table 2. 東シナ海の底魚9種が捕食したやむしに関する資料
Data on chaetognaths ingested by nine species of demersal fishes obtained from the East China Sea.

Demersal fish species*	No. of fishes examined X	No. of fishes containing chaetognaths Y	No. of fishes used for identification of chaetognaths Z	Y/X (%)	Z/Y (%)	Station No.	Depth (m)
A	96	5	2	5.2	40.0	233	41
	21	4	2	19.0	50.0	234	44
	70	28	13	40.0	46.4	236	48
	16	2	1	12.5	50.0	237	36
	43	10	4	23.3	40.0	243	80
B	78	4	2	5.1	50.0	217	79
	50	31	15	62.0	48.4	227	98
C	10	2	1	20.0	50.0	236	48
	96	22	9	22.9	40.9	237	36
	14	9	3	64.3	33.3	243	80
D	98	1	1	1.0	100.0	217	79
	43	1	1	2.3	100.0	225	98
	60	3	2	5.0	66.7	227	98
	123	2	2	1.6	100.0	229	93
E	19	1	1	5.3	100.0	233	41
	7	3	3	42.9	100.0	243	80
F	15	4	2	26.7	50.0	233	41
G	83	4	1	4.8	25.0	207	78
H	109	1	1	0.9	100.0	225	98
I	13	1	1	7.7	100.0	243	80

*: For alphabet showing fish species see foot note to Table 1.

Z/Y は捕食されたやむしのうち，同定ができたやむしの率を示す．やむしを捕食していた魚のおよそ50～100%についてやむしの同定ができた．キングチ，ヒメスミクイウオ，メブトカンダリ，テナガミズテング，テンジクダイの Z/Y は50%前後であった．これは餌の消化が進んでいる標本と進んでいない標本がほぼ半分ずつであることを意味し，両者がやむしを捕食した時刻は異なると思われる．一方，ワニギスの大部分，コニベ，ホタルジャコ，チョウセンエツの Z/Y は100%であった．これはこれらの底魚の餌は未消化であり，やむしは捕食されてまもないことを示すのであろう．

Table 2 に示した9種の底魚のほかに，フウセイ，ソウハチそれぞれ1個体が捕食していたやむしについて同定を行ない，捕食した個体数を示した（Table 3）．11種の底魚は5種類のやむしを捕食していたが，そのうちの2種はそれぞれ1例ずつ胃内容物から検出されただけであった．大部分の底魚は10個体以下の，単一種のやむしを捕食していた．ただし，単一種のやむしを多数捕食していたり，2種のやむしを捕食している個体が少数いた．前者の例としては *Sagitta nagae* のみを57個体捕食していたチョウセンエツがあげられる．また，キングチ4個体，ワニギス1個体は後者の例であり，キングチは *S. nagae* と *S. crassa* f. *naikaiensis* を，ワニギスは *S. enflata* と *S. robusta* を捕食していた．キングチの大部分，メブトカンダリ，ワニギスの一部，コニベ，テナガミズテング，テンジクダイ，ホタルジャコ，チョウセンエツ，フウセイ，ソウハチは *S. nagae* のみを捕食し，一方，ヒメスミクイウオの大部分，ワニギスの一部は *S. enflata* のみを捕食していた．なお，ワニギス1個体が摂餌していた *S. enflata* は吸虫類の metacercaria に感染

Table 3. 底魚11種が捕食したやむしの種およびその個体数
Species and numbers of chaetognaths ingested by eleven species of demersal fishes.

Demersal fish species*	Sample No.	No. of chaetognaths ingested by fishes					Station No.
		Sagitta crassa f. *naikaiensis*	*Sagitta enflata*	*Sagitta ferox*	*Sagitta nagae*	*Sagitta robusta*	
A	1				1		233
	2				1		233
	3				1		234
	4				1		234
	5				1		236
	6				1		236
	7	4			12		236
	8				2		236
	9				6		236
	10	1			2		236
	11				5		236
	12	4			4		236
	13				4		236
	14				2		236
	15				2		236
	16				18		236
	17	3			10		236
	18				1		237
	19				7		243
	20				11		243
	21				3		243
	22				12		243
B	1		1				217
	2			1			217
	3		3				227
	4		5				227
	5		2				227
	6		2				227
	7		2				227
	8		3				227
	9		1				227
	10		4				227
	11		4				227
	12		4				227
	13		5				227
	14		6				227
	15		9				227
	16		3				227
	17		8				227
C	1	1					236
	2				1		237
	3				1		237
	4				1		237
	5				3		237
	6				1		237
	7				+		237
	8				+		237
	9				1		237
	10				3		237
	11				4		243
	12				7		243
	13				6		243

Table 3. (continued)

Demersal fish species*	Sample No.	No. of chaetognaths ingested by fishes					Station No.
		Sagitta crassa f. *naikaiensis*	*Sagitta enflata*	*Sagitta ferox*	*Sagitta nagae*	*Sagitta robusta*	
D	1				1		217
	2		1				225
	3		1**				227
	4		1			1	227
	5				1		229
	6				1		229
E	1				1		233
	2				1		243
	3				3		243
	4				1		243
F	1				1		233
	2				1		233
G	1				2		207
H	1				1		225
I	1				57		243
J	1				1		237
K	1				+		238

*: For alphabet showing fish species see foot note to Table 1.
**: This chaetognath was infected by metacercaria.
+: Species was identified on the basis of hooks found in the stomach contents.

していた．東シナ海では，*S. nagae* を主に捕食していた底魚は，ホタルジャコを除き30°Nより北の測点から，*S. enflata* を主に捕食していたヒメスミクイウオは30°Nより南の測点から採集された．以上に述べた底魚の胃内容物中のやむしの種組成と底魚の分布に基づいて，やむしの分布の特徴を次のように推定することができる．

胃内容物中のやむしは主に単一の種組成であることから，やむしは種ごとに集合して生息し，地理的にすみわけていると考えられる．底魚が摂餌していたやむしは一般には多くはなかったが，チョウセンエツでは57個体のやむしを捕食していた．日本海の水深10mから釣により採集されたマイワシ（全長195mm，湿重量65.0g）は *S. nagae* のみを少なくとも29個体摂餌していたこともある*．底魚の胃内容物中にしばしば検出された2種のやむし *S. nagae* と *S. enflata* は東シナ海では卓越する種類であると推定される．さらに，東シナ海の北部と南部とから採集された底魚の餌となったやむしは同じ種でないことから，これら2種が主に分布する海域は異なり，*S. nagae* は北部に，*S. enflata* は南部に多いと考えられる．

一方，東シナ海におけるやむしの分布に関する従来の報告によれば，4属17種[12]，4属20種[13]のやむしが出現し，*S. nagae* と *S. enflata* が卓越する[14]．古橋[12]によれば，*S. nagae* と *S. enflata* は東シナ海に広く分布し，前者は30°N以北に，後者は30°N以南に多い．

以上のことから，底魚の胃内容物中のやむしから推定した東シナ海におけるやむしの分布は，プランクトンネットで調査されたやむしの分布の傾向とよく一致することが分かった．

3. 稚魚ネットで採集されたやむし

稚魚ネットで東シナ海から採集されたやむしは3属13種1型であった（Table 4）．東シナ海からは100→0mの鉛直びきで4属17種[12]が，150→0mの鉛直び

*永沢祥子：未発表

Table 4. 東シナ海からこれまでに報告されたやむしの種類
Chaetognath species recorded from the East China Sea by different authors.

Author	FURUHASHI (1958)[12]	MATSUZAKI (1975)[13]	Present study
Type of net	O net	Norpac net	Larval net
Mesh aperture (mm)	0.33	0.33	1.5
Mouth diameter (m)	0.5	0.45	1.3*, 2.0**
Hauling depth (m) and method	100→0 Vertical	150→0 Vertical	Surface tow, 20m layer tow above the bottom Horizontal
Sagitta bedoti	—	○	○
S. bipunctata	○	○	○
S. crassa	—	○	—
S. crassa f. *naikaiensis*	—	○	○
S. decipiens	○	○	—
S. enflata	○	○	○
S. ferox	○	○	○
S. hexaptera	○	○	○
S. lyra	○	○	—
S. minima	○	○	—
S. nagae	○	○	○
S. neglecta	○	○	○
S. pacifica	○	○	○
S. pseudoserratodentata	○	○	—
S. pulchra	—	○	○
S. regularis	○	○	○
S. robusta	○	○	○
Krohnitta pacifica	○	○	○
K. subtilis	○	○	—
Pterosagitta draco	○	○	○
Eukrohnia hamata	○	○	—

○: collected, —: not collected.
*: Larval net used for the surface tow, **: Larval net used for horizontal tow of 20m layer above the bottom.

できた4属20種[13]が記録されている(Table 4). これまでに記録された種類のうち，稚魚ネットでは *Sagitta minima, S. pseudoserratodentata, S. lyra, S. decipiens, Krohnitta subtilis, Eukrohnia hamata* が採集されなかった．前2種は小型のやむしであり，稚魚ネットの網目（1.5㎜）からぬけたために，また他の4種は浅い曳網深度のために採集されなかったと考えられる．相模湾，駿河湾の調査によれば，*S. lyra, S. decipiens* は中層種，*E. hamata* は深層種とされており[15]，また *K. subtilis* は量的に少なく，表層種の中では分布中心が深い種である*.

やむしは東シナ海の表層（0 m）と中層（底から20 m）から稚魚ネットで採集されたが，底魚は表層より中層でやむしを摂餌すると考えられる．底魚の胃内容物中のやむしと水中のやむしの種類を比較するには，中層の資料が適当である．したがって，東シナ海の中層から稚魚ネットで採集されたやむしについて，量的に多く，しかも底魚がよく摂餌していた3種 *S. enflata, S. nagae, S. crassa* f. *naikaiensis* に着目し，残りの種はその他として一括して種組成を示した（Fig. 1）．その他が占める百分率は東シナ海の北部より南部ではるかに高く，その他に含まれる種類も南部で多い．南部では *S. enflata* が卓越し，*S. nagae* が占める率はきわめて低い．これに対し，北部では *S. enflata*,

* 永沢祥子：未発表

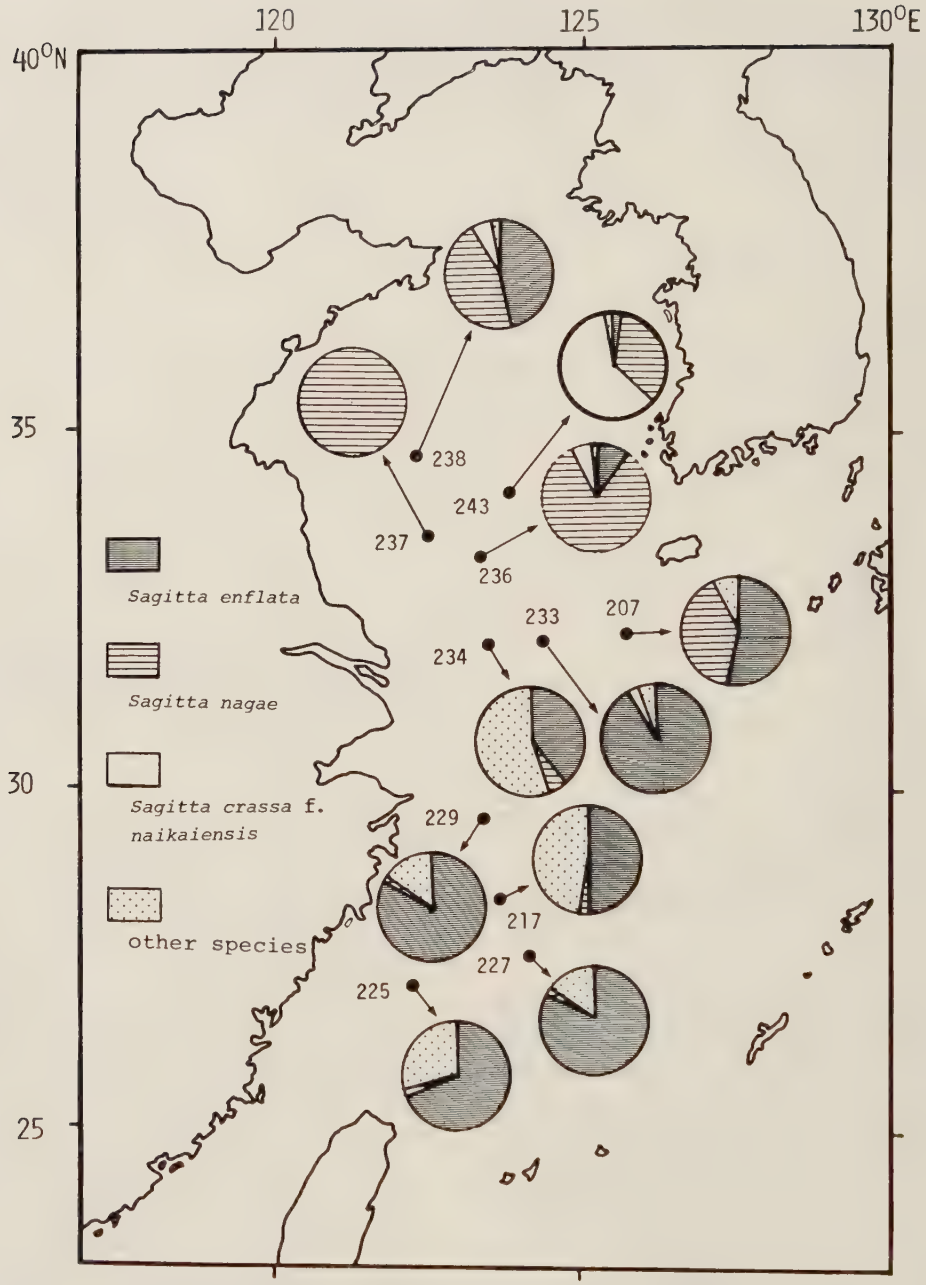


Fig. 1. 東シナ海における測点および中層から採集されたやむしの種組成　数字は測点番号を示す
Sampling stations in the East China Sea and species composition of chaetognaths obtained from 20 m layer above the bottom. Figures show station number.

S. crassa f. *naikaiensis* がかなり多い測点もあるが，*S. nagae* は南部に比べて著しい高率で出現し，この種が卓越しているといえる．

やむしの出現種や生物量を調査するためには，網目の大きい稚魚ネットは適切でない．小型の種類や若いやむしが網目からぬけるため，採集された試料が現場のやむし群集を質的にも量的にも必らずしも反映しているとはかぎらない．しかし，小型な種類と生息深度が深い種類を除いて，これまで報告されているやむしの種類が稚魚ネットで採集された．また，このネットで採集されたやむしの卓越種はプランクトンネットによる従来の結果と同じであった．

4. やむしの寄生生物

東シナ海に生息するやむしのあるものは吸虫類の metacercaria，条虫類および線虫類に感染していた（Table 5）．表層よりも中層から採集されたやむしがこれらの寄生虫に多く感染していた．また同定された3属13種1型のやむしのうち，*S. enflata*, *S. pulchra* と *Pterosagitta draco* が寄生虫にしばしば感染していた．吸虫類の metacercaria は表層と中層から採集されたやむしに，線虫類は表層と中層の浅い層から採集されたやむしに寄生していた．条虫類は *S. enflata* にのみ少数寄生していた．しかし，東シナ海の調査では，原生動物である gregarine や繊毛虫類に感染したやむしは見出されなかった．このことは試料が十分多くなかったためか，試料がある一時期のみに採集されたためか，gregarine や繊毛虫類などの原生動物が実際にいないためか明らかではない．

駿河湾のやむしからは gregarine，繊毛虫類，吸虫類の metacercaria と条虫類の寄生が報告されている[16]が，線虫類に感染したやむしの記録はない．駿河湾では6～9月に採集された数種のやむしが gregarine に感染しており，とくに *S. regularis*, *S. neglecta* と *Krohnitta pacifica* の gregarine 感染率が高い．また2，6，11月に採集された *S. enflata* が繊毛虫類に感染する率は高い．このように，やむしの寄生虫は海域により同じではないので，寄生生物の種類や

Table 5. 東シナ海におけるやむしの寄生生物
Parasite organisms of chaetognaths in the East China Sea.

Host species	Station No.	Depth (m)	Parasites		
			Metacercariae	Cestodes	Nematodes
Sagitta enflata	207	58			○
	217	59	○		
	225	0			○
	227	78		○	
	229	73	○		
	233	21	○		
	236	0			○
	236	28			○
	238	0	○*		○**
	238	35	○*		○**
	243	0		○	
Sagitta pulchra	207	58			○
	217	0	○		○
	227	78	○		
	233	21	○		○
	234	24			○
Pterosagitta draco	227	78	○		

○: present, *: These metacercariae include both the family Hemiuridae *Lecithocladium* and the *Monilicaecum*-group (Shimazu, personal communication). *Sagitta enflata* was infected with one individual of the former or at least four individuals of the latter. **: These larval nematodes belong to the family Anisakidae *Thynnascaris* (Shimazu, personal communication).

その分布の特徴を明らかにするためには，さまざまな海域においてやむしに寄生する生物を調査することが必要である．やむしの餌は主にかいあし類に限られているため，餌生物が変化に富んでいる魚に比べてやむしの寄生虫の種多様性は小さい[17]．このことはやむしの寄生虫調査はやりやすいことを意味している．

東シナ海では吸虫類の metacercaria は宿主に1個体だけ寄生する場合が多かった．このほかに東シナ海の Stn. 238では小型の metacercaria が1個体の宿主に多数寄生していた．この測点からは *S. enflata*, *S. nagae*, *S. crassa* f. *naikaiensis* が多数採集されたが，*S. enflata* のみが大型の吸虫類 Hemiuridae 科 *Lecithocladium* 属の metacercaria 1個体あるいは小型の吸虫類 *Monilicaecum* 群に属する metacercaria 多数に感染していた*．この小型の吸虫類の metacercaria はとくに尾部の体腔に多く存在していた．また Stn. 238から採集された *S. enflata* は線虫類 Anisakidae 科 *Thynnascaris* 属の幼虫に感染していた*．他の測点から採集されたやむしの寄生生物については，分類学的な検討を行なっていない．

東シナ海から見出された吸虫類 *Lecithocladium* 属の metacercaria と線虫類 *Thynnascaris* 属の幼虫の種名はともに不明であるが，両属には既知種が多く，その成虫は海産魚類の胃または消化管に寄生することが知られている．魚は吸虫類の metacercaria や線虫類の幼虫に感染したやむしを摂餌することによって，これらの寄生虫を宿すことになるのであろう．本研究においても底魚が吸虫類の metacercaria に感染した *S. enflata* を摂餌している例があった（Table 3）．このようにして，寄生虫は低次の栄養段階の生物から高次の栄養段階の生物へと移行していくと考えられる．このことは，東シナ海における底魚，やむしをはじめとするプランクトンの寄生生物に関する研究は単に寄生虫の分類学的な解明のみでなく，この海域における食物連鎖の解明にも役立つことを意味している．

要　約

東シナ海における底魚の胃内容物調査に基づいて，やむしが魚の餌としてどのくらい重要であるかを検討するとともに，底魚11種が摂餌したやむしの種を同定した．また，東シナ海のやむしの寄生虫について調べた．

1. 底魚11種の主な餌生物は，かいあし類，やむし類，おきあみ類，あみ類，長尾類，および稚魚であった．
2. 底魚がやむしを捕食する率は必ずしも高くなく，0.9～64.3%であった．
3. 底魚の多くは10個体以下の，単一種のやむしを捕食していた．これは，やむしは種ごとに集合して生息し，地理的にすみわけていることを示している．
4. 東シナ海からこれまでに報告されたやむし4属20種のうち，11種の底魚が捕食したやむしは5種類であった．そのうち，*Sagitta nagae* と *S. enflata* は胃内容物からしばしば検出された．
5. *S. nagae* を主に捕食した底魚は東シナ海の30°Nより北から，*S. enflata* を主に捕食した底魚は30°Nより南から採集された．底魚の分布とその胃内容物中のやむしから推定した東シナ海におけるやむしの分布は，プランクトンネットで調査したやむしの分布とよく一致した．
6. 稚魚ネットで採集されたプランクトンは定量性を欠き，定性的な資料としても十分でないと考えられる．しかし，このネットで得られた大型のやむしについては，その相対的な量や卓越種はプランクトンネットによる従来の結果と同じであった．
7. 東シナ海に生息するやむしのうち，*S. enflata*, *S. pulchra* および *Pterosagitta draco* が吸虫類の metacercaria，条虫類および線虫類に感染していた．しかし，駿河湾のやむしにとって重要な寄生虫である gregarine や繊毛虫類が寄生するやむしは東シナ海からは見出されなかった．
8. 吸虫類の metacercaria は宿主に普通1個体寄生するが，小型の metacercaria が宿主に少なくとも4個体寄生することがあった．
9. Stn. 238から採集された *S. enflata* は吸虫類

*嶋津武：私信

Hemiuridae 科，*Lecithocladium* 属の metacercaria 1個体，小型の吸虫類 *Monilicaecum* 群に属する metacercaria を最低4個体，あるいは線虫類 Anisakidae 科，*Thynnascaris* 属の幼虫1個体に感染していた．

10. *Lecithocladium* の吸虫類の metacercaria，*Thynnascaris* の線虫類の幼虫の種名は不明であるが，両属には既知種が多く，その成虫は海産魚類の胃または消化管に寄生することが知られている．このことは，東シナ海においてこれらの寄生虫の幼虫に感染したやむしを摂餌する魚は，これらの吸虫類，線虫類の成虫を宿すことになることを意味する．したがって，ある種の底魚に *Lecithocladium*, *Thynnascaris* の親が寄生している可能性がある．

文　献

1）永沢祥子・丸茂隆三　1976: *Sagitta nagae* Alvarino の食性—続（英文）．日本海洋学会誌，**32**，209-218.

2）永沢祥子・丸茂隆三　1973：走査電子顕微鏡による毛顎類6種の顎毛の構造（英文）．日本プランクトン学会報，**19**，63-74.

3）永沢祥子・丸茂隆三　1976：眼および眼色素の特徴による若いやむしの同定．日本プランクトン学会報，**23**，96-102.

4）永沢祥子・丸茂隆三　1979：顎毛の形態的特徴とこれに基づくやむしの同定．うみ，**17**，178-188.

5）西海区水産研究所遠洋資源部　1966：東シナ海・黄海産底魚類の食性について—Ⅰ．底魚資源調査研究連絡，(41)，22-29.

6）中嶋国重・真道重明　1972：有用漁獲物102種に関する漁獲状況と種組成の変動について．東海・黄海における底魚資源の研究（7），75-182.

7）池田郁夫　1964：東海・黄海におけるキグチの漁業生物学的研究．西海区水研報告，(31)，1-81.

8）王貽観・王堯耕・林新濯・邱望春　1966：東海和黄海南部小黄魚生物学基礎的初歩研究．太平洋西部漁業研究委員会第八次全体会議論文集，科学出版社，北京，67-87.〔田川勝　1969：東海および黄海南部のキグチの生物学的基礎に関する予察的研究．底魚資源調査研究連絡，(60)，1-14〕.

9）最首とみ子　1966：東シナ海・黄海産底魚類の食性について—Ⅱ．シログチ，キグチ，ホンニベの食性．底魚資源調査研究連絡，(42)，41-49.

10）真道重明　1966：以西底びき網漁業における主要魚種の資源の現状とその保護規制について．底魚資源調査研究連絡，(40)，3-27.

11）三栖寛・最首光三・榎本義正・小島喜久雄　1955：東海・黄海における底魚の食性について．東海・黄海における底魚資源の研究（2），96-106.

12）古橋賢造　1958：東支那海の毛顎類について．海と空，**34**，31-34.

13）松崎正夫　1975：東シナ海におけるヤムシ類の分布について（英文）．気象庁欧文海洋報告，**26**，57-62.

14）松崎正夫　1975：東支那海における二・三のヤムシ類の分布の季節変化について（英文）．気象庁欧文海洋報告，**26**，63-72.

15）丸茂隆三・永沢祥子　1973：相模湾，駿河湾の浮遊性毛顎類(英文)．日本海洋学会誌，**29**，267-275.

16）永沢祥子・丸茂隆三　1979：やむしの寄生生物．うみ，**17**，127-136.

17）M. Weinstein 1972: Studies on the relationship between *Sagitta elegans* Verrill and its endoparasites in the southwestern Gulf of St. Lawrence. Ph. D. thesis, McGill Univ., 202 pp.

西水研研報　第56号，昭和56年３月
Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., No. 56. Mar. 1981

平戸島志々伎湾におけるチダイ当歳魚個体群の摂餌生態

木　曾　克　裕*

On the Feeding Habit of 0-group Crimson Sea Bream, *Evynnis japonica*, in Shijiki Bay, Hirado Island

Katsuhiro KISO*

The habitat and diet composition of 0-group crimson sea bream, *Evynnis japonica*, were investigated during the years 1975 through 1978 in Shijiki Bay, Hirado Island, Nagasaki Pref. Beam trawl and Gochi trawl were used to collect specimens.

The major food organisms consumed by the juvenile and young stage shifted successively according to their growth in size in the following order : Copepoda, Gammaridea and Mysidacea.

The diet composition showed a close relationship to habitat. Differences in diet composition among various habitats were great during the period from May to early June but much less in other periods.

During early to middle June when the young aggregated in the innermost part of the bay, the epibenthos or planktobenthos such as Gammaridea and Mysidacea were found to be reliable food source.

はじめに

チダイはマダイとともに吾智網，１本釣，延縄などにより漁獲され，九州西海岸における沿岸漁業の重要な対象種の１つとなっている．また，チダイは10，11月が産卵期[1,2]でマダイとは約６か月の差があるが，マダイと同様に幼稚魚期には内湾や沿岸の浅所をすみ場所としている．

本報告では幼稚魚期のチダイの生態を知るとともに，内湾や沿岸を成育場とする他の魚類との種間関係を解析する基礎資料として，チダイ当歳魚の摂餌生態について述べる．

この研究は西海区水産研究所が長崎県平戸島志々伎湾で実施したマダイの調査の中で行ったものである．

本文に先だち，この報告に関して種々の御助言と御援助をいただいた西海区水産研究所伊東祐方元底魚資源部長（現東海区水産研究所資源部長），畔田正格浅海開発部第２研究室長，最首光三元底魚資源部第２研究室長（現日本海区水産研究所資源部長）をはじめタイ類特別研究志々伎グループの皆様，胃内容物調査に

昭和55年12月17日受理（Received December 17, 1980）
西海区水産研究所業績　第384号（Contributions from the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, No. 384）
本報告の一部は1979年10月　日本水産学会秋季大会（函館市）において発表した．
*東北区水産研究所（Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory）

ついて御指導と御援助をいただき，本報告を御校閲下さった長崎大学教育学部東　幹夫助教授，胃内容物調査に関して種々の御援助をいただいた広島大学生物生産学部今林博道氏に対し厚くお礼申し上げる．調査に御理解を示され種々の御援助と御便宜をいただいた志々伎漁業協同組合の組合員・職員の方々をはじめ地元の皆様に対し厚くお礼申し上げる．また，本報告の発表の機会を与えていただいた西海区水産研究所佐藤重勝所長に感謝する．

材　料　と　方　法

材料として用いたチダイ当歳魚は1975年4月～1978年7月の間に長崎県平戸島志々伎湾（Fig. 1）の採集

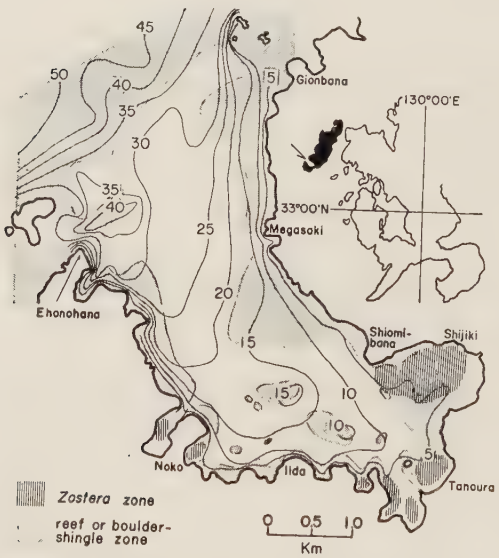


Fig. 1. 志々伎湾の位置・形状および水深(m)
The location and general topography of Shijiki Bay.
Numerals indicate depth in meter.

定点で小型底びき網と吾智網（一そう吾智）の試験操業により採集した．1975年4月～1976年8月の間は毎月，1977年は4～8月にかけ，1978年は6月および7月にそれぞれほぼ月1回の割で調査を行った．調査定点は Fig. 2 に示すように，小型底びき網：昼間8点，夜間4点，吾智網：昼間のみ11点であるが，やむを得ない事情で多少の変更をしたこともある．Suppl. table 1 に定点別の採集数を示す．なお，このほかに1975年4月～1976年3月までは湾内のアマモ場3か所で地びき網を用いた採集を行ったが，チダイは採集されなかった．

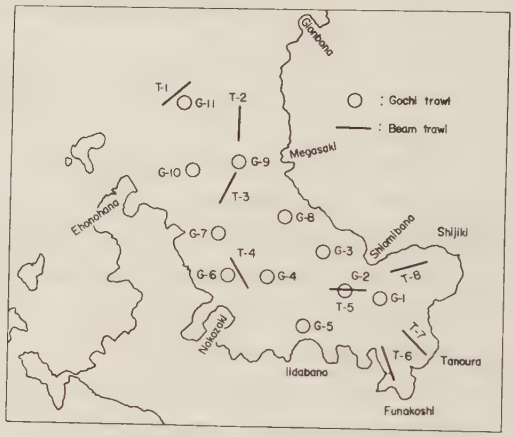


Fig. 2. 採集定点
Sampling stations by beam trawl (day time: T-1～8, night time: T-1, 4, 5, 7) and Gochi trawl (G1～11).

Table 1. チダイ当歳魚の胃内容物として出現した生物
List of food organisms occurred in the stomach of 0-group crimson sea bream.

Foraminiferida	Tanaidacea
NEMERTINEA	Cumacea
Nematoda	Ostracoda
Polychaeta	Gammaridea
Sagittoidea	Caprellidea
Gastropoda	Natantia
Bivalvia	Brachyura
Decapoda	Insecta
Copepoda	Ophiuroidea
Cladocera	Echinoidea
Mysidacea	*Oikopleura*
Isopoda	Pisces

吾智網および小型底びき網で採集したチダイは直ちに船上で約10%ホルマリン液で固定した後，個体数および尾叉長範囲を計測した．

こうして得た試料の胃内容物を観察した．観察にあ

たっては，原則として1網20尾づつのチダイ当歳魚を無作為に抽出し，尾叉長と体重を測定した後，食道から胃（幽門）までを切り取り重量をはかってから小型のペトリ皿に内容物をあけ，空の胃重量をはかり，その差から内容物重量を求めた．胃内容物は双眼実体顕微鏡を用いて，顕微鏡下で餌料生物* の査定と計数を行った．計数にあたっては，消化の進んだものや体の一部分のみ出現するものも1個体として計数している．査定は主として目の分類段階まで行い（Table 1），可能なものについてはさらに科または種まで分類した．

こうして得た胃内容物の試料のうち，1975年級群（1975年12月～1976年8月）の各採集時でチダイが最も多く漁獲された定点の資料を，チダイがその時期の志々伎湾の主生息場において摂っている餌料生物の組成を示しているものとみなし，成長に伴う餌料生物組成の変化を調べた．胃内容物調査の解析は，個体数法，点数法，出現頻度法を用いて行い，総合的な考察を加えた．

また，1975年級群の各採集定点における胃内容組成を比較した．1974年級群，1976年級群，1977年級群との相違についても調査した．さらに，東（未発表）によって得られた環境中の底生生物の組成と胃内の餌料生物の組成とを対比して餌料生物に対する選択性を調査した．

胃内容調査に供した尾数は，主に扱った1975年級群655尾のほか1974年級群35尾，1976年級群33尾，1977年級群24尾の合計747尾である**．

結　果　と　考　察

成長に伴う餌料の変化

1975年級群の成長に伴う胃内容物の変化を，個体数法，点数法，出現頻度法を用い，木曾[4]と同様の方法により検討した．

個体数法によってみると（Fig. 3），チダイは尾叉長2cm 未満では Copepoda のみを摂っている．尾叉長2～6 cm においても Copepoda をその主な餌料としているが，5 cm までは *Oikopleura* を10%程度摂っており，5～6 cm では *Oikopleura* のほかに Gammaridea, Mysidacea なども摂っている．尾叉長6 cm を超えると Copepoda は急減し，その割合は6～7 cm で約30%，7～8 cm で約5%となる．Copepoda と同様に小形の餌料生物である *Oikopleura* も尾叉長7 cm 以上になるとみられなくなる．これに代って Gammaridea が尾叉長6～7 cm のチダイで約30%，7～8 cmで約70%，8～9 cmで約50%を占め，この大きさのチダイの主要な餌料となっている．尾叉長6～8 cm のチダイにはこれらのほかに Mysidacea, Caprellidea, Polychaeta が摂られている．Mysidacea は尾叉長5 cm以上のチダイ胃内よりみとめられ，8～9 cmでは組成の40%を占め，さらに9 cm以上になると90%以上を占める．

チダイに摂られている Copepoda はマダイに摂られているものと同様に *Acartia* などの浮遊性のものが多いが，そのなかに数%の底生性の Harpacticoida が含まれている．Gammaridea はクダオソコエビ科，ドロクダムシ科，スガメソコエビ科などに属するものが摂られている．また，チダイ胃内には，マダイではほとんど摂られていない Cladocera や zoea 幼生が見られた．

なお，底びき網で採集した個体について，昼夜の胃内容物を比較すると，昼夜とも漁獲される4月までは組成・量とも大きな差はみとめられなかった．5月以降夜間に採集された個体は空胃や消化の進んだものが多くなる傾向がみとめられた．

点数法を用いて同一試料について検討した（Fig. 4）．各餌料生物ごとの点数は1977年7月に湾奥部で採集した底生生物[5]の平均体重（湿重量）を基準にし，その採集時には出現しなかったものについては胃内容物として出現した個体や他の底生生物採集時のデータにより，Fig. 4 に示すように定めた．なお，1点は10^{-5} g に相当する．

* この報告では，「餌料生物」とはチダイが摂っている（換言すれば胃内容として出現することのある）生物という意味で用い，「天然餌料」あるいは「食物生物（food organism）[3]」という語に相当する．

** 1975年級群については，試料としたものを Suppl. table 1 に示した．1975年級群以外は吾智網（昼間操業）で採集したものを用いた．

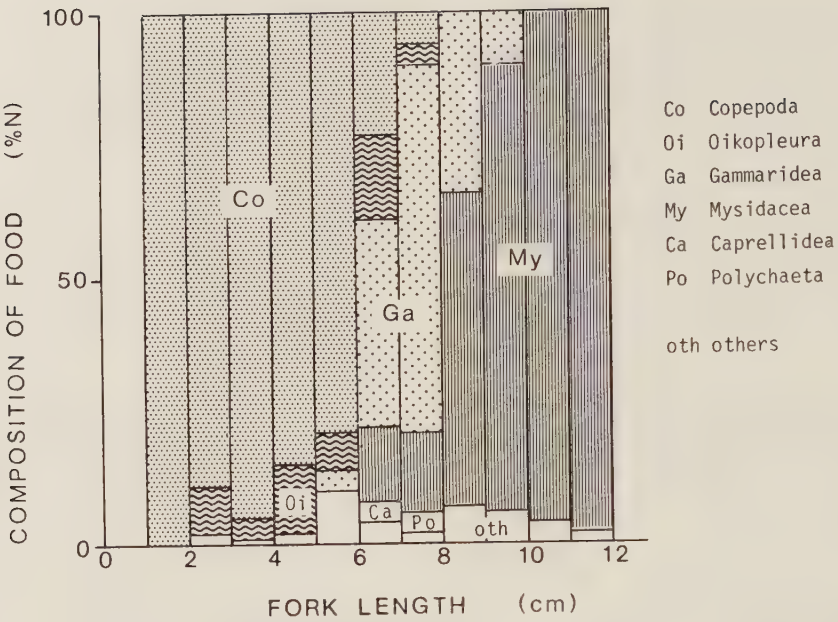


Fig. 3. 成長に伴う餌料組成の変化（個体数法）
Changes of food composition with growth (numerical percentage : %N).

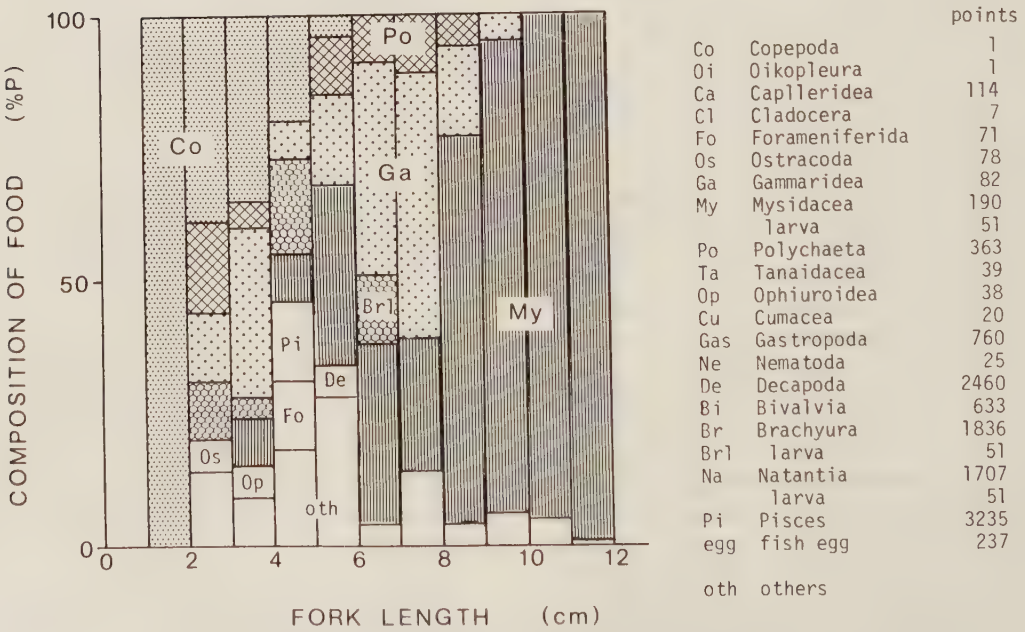


Fig. 4. 成長に伴う餌料組成の変化（点数法）
Changes of food composition with growth (point percentage : %P).

点数法の結果によると，尾叉長3㎝以下のチダイは Copepoda を主食（main food）[6] としており，その組成に占める割合は尾叉長1～2㎝では100%，2～3㎝では40%を示している．尾叉長2～6㎝（12月から4月にあたる）では Copepoda, Polychaeta, Gammaridea, Brachyura 幼生などさまざまな餌料生物が栄養源となっている．尾叉長6～8㎝では主として Gammaridea（40～50%）が摂られ，Mysidacea（25～35%），Polychaeta（約10%）がこれに次いでいる．尾叉長8㎝を超えると Mysidacea の比率が最も高くなり，9㎝以上では栄養源のほとんどを Mysidacea に依存している．点数法の結果は個体数法と比べて Copepoda や *Oikopleura* への依存度が相対的に低くあらわれることや，尾叉長2～6㎝で餌の多様性が高いなどの特徴を示している．

次に出現頻度法を用いて，主要な餌料生物について検討した（Fig. 5）．

この方法でみると，チダイは一定の時期にそのほとんどの個体が Copepoda, Gammaridea, Mysidacea を摂食している．

Copepoda は尾叉長1～9㎝にわたるチダイの胃内から出現する．尾叉長5㎝以下では，ほぼ90%以上の個体が Copepoda を摂っている．尾叉長5㎝を超えると，その出現頻度は急激に低下し，5～6㎝で約75%，6～7㎝で40%，8～9㎝で約10%を示す．

Gammaridea は尾叉長2㎝以上のチダイに出現する．その出現頻度は尾叉長4㎝までは低いが，5～6㎝で約50%を超え，7～8㎝を頂点として6～9㎝では90%となる．尾叉長9㎝を超えるとその出現頻度は急激に減少し，9～10㎝で約50%，10～11㎝では約25%となる．なお，東[5] によれば志々伎湾において Gammaridea の量が最も多いのは4月であり，5月以降は少なくなる．この出現傾向とチダイ胃内容物への出現傾向は，胃内の方が少し遅れるものの，ほぼ平行しているといえる．

Mysidacea も Gammaridea と同様に尾叉長2㎝以上のチダイ胃内に出現する．尾叉長5㎝まではその出現頻度は低いが，5㎝を超えると次第に高くなり，

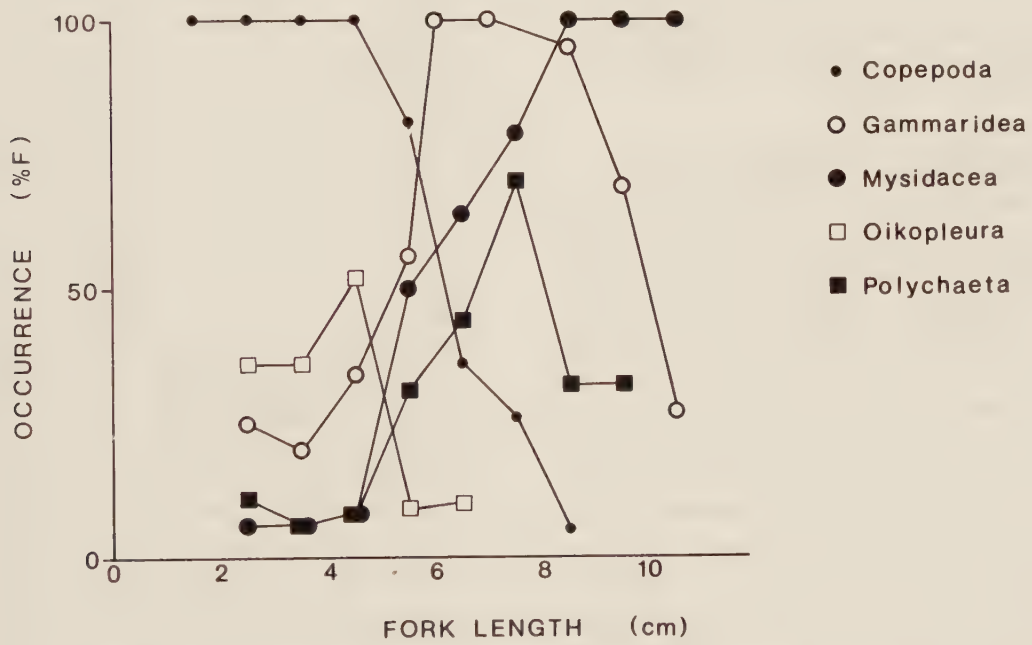


Fig. 5. 成長に伴う餌料生物（Copepoda, Gammaridea, Mysidacea, *Oikopleura*, Polychaeta）の出現率の変化（出現頻度法）
Changes of frequency of occurrence of food organisms (Copepoda, Gammaridea, Mysidacea, *Oikopleura*, Polychaeta) with growth (occurrence percentage : % F).

5～6 cmで50%，7～8 cmで80%，9 cmを超えると90%以上の個体から出現する．

これら3種の餌料生物に次いで *Oikopleura* が尾叉長2～5 cm で40～50%，Polychaeta が7～8 cm で60%，Caprellidea が5～8 cm で30～50%，Brachyura 幼生が2～5 cm で30%の出現頻度を示している．

以上の3つの方法を総合して考察すると，志々伎湾のチダイ当歳魚は成長に伴いその主な餌料を Copepoda, Gammaridea, Mysidacea の順に変えてゆく．これら3種の主要な餌料生物のうち，Copepoda は底生生活初期から尾叉長4ないし6 cmまでのチダイにとって，また Gammaridea は尾叉長6～9 cmの範囲のチダイにとって，一般的（すなわち，ほとんどの個体が摂っている）で重要な栄養源となっている餌料生物であると言える．Mysidacea は，チダイが尾叉長5 cm以上になると，一般的で重要な餌料としての地位を占めはじめ，成長とともにその一般性と重要性は増し，その地位は湾外逸散期に至るまで続くと考えられる．

これら3種の餌料生物のほかには，尾叉長2～5 cm で *Oikopleura* や Brachyura 幼生，尾叉長6～8 cm で Polychaeta などがそれぞれのチダイの尾叉長範囲において主食（main food）に次ぐ重要な餌料となっていると考えられる．

すみ場所と時期による胃内容物組成の変化

前節では上生息場におけるチダイの成長に伴う餌料組成の変化について述べた．Suppl. table 1に示すようにチダイは11月より湾内にあらわれ，翌年7月までは主に湾奥部を中心に湾中央部にかけて分布する．チダイ当歳魚の湾内での分布域は広いが，その生息密度は異なっている*．一方，湾内のすみ場所としての環境は一様ではない[7-12]．これらのことから，志々伎湾内にはチダイにとってすみ場所としての好適さに差があると考えられる．そこで各採集時ごとに各定点で採集されたチダイの胃内容物組成（個体数%）を示し（Fig. 6），すみ場所ごとの胃内容物組成について検討する．

志々伎湾では底生生活期に入ったチダイは，底びき網により11月に初めて採集される．12月には湾中央部から湾奥部にかけて採集され，湾奥部に分布の中心をもつ．チダイは12月には分布する全ての水域で Copepoda を主な餌料としている．1月にはチダイは湾口部から湾奥部にわたって採集され，その分布の中心は湾奥部から湾中央部の水域（定点G 2・3）である．湾口部から湾奥部まで Copepoda がチダイの主な餌料となっている水域が多いが，湾奥部で Brachyura 幼生，湾中央部で Mysidacea が主な餌料となっている水域がある．2月にはチダイは湾奥部で採集され，Copepoda と *Oikopleura* をその主な餌料としている．3月および4月上旬も2月と同様の傾向を示している．4月下旬～6月上旬にはチダイは湾奥部の砂底域を中心に分布し，その胃内容物の組成は場所による差が大きい．この時期のチダイの主生息場である湾奥部から湾中央部におけるチダイの胃内容物についてみると，湾奥のG 2，G 5では Gammaridea の比率が高く，中央部寄りの G 3では Copepoda の比率が高い．この時期にはチダイは Gammaridea, Copepoda, *Oikopleura*, Mysidacea など多種類の餌料生物にわたって摂食しており，胃内容物の多様性が高い．6月中旬においてもチダイの分布密度は高いが，その摂食している主要な餌料生物はチダイのすべての分布水域で Mysidacea となる．7月には湾奥砂底域におけるチダイの分布密度は低下し，その分布の中心は湾中央や湾奥でも岩礁域周辺に移る．この時期には湾中央両岸の女鹿埼および野子埼の小型定置網に尾叉長9～11cmのチダイが大量に入網することがあり，沖合への移動期にあたっているものと考えられる．7月にはチダイはほとんどの分布水域で Mysidacea を圧倒的に多く摂食している．湾口に近い水域においては，チダイは個体数法でみると Gammaridea, *Oikopleura* などを多く摂っているが，重量としてみると Mysidacea を最も多く摂っている．8月中旬では，チダイは湾中央部（G 4，G 8）で2尾のみ採集され，うち1尾は Mysidacea を主に摂っていた．1974年級群の採集結果からも8月以降の採集個体数は非常に少なく，ほとんどの個体が湾外へ移動すると考えられる．標識放流の結果では，7月に湾内で放流した当歳魚が10月に湾外約5 kmの上阿値賀島周辺で吾智網により再捕された例があり，8月以降は湾外の岩礁域を中心に分布するものと推定される．

これまで述べたように，チダイは11～12月に底生生

* チダイ幼稚魚の分布と成長については畔田・池本が昭和55年度日本水産学会秋季大会で報告している．

Fig. 6. 各定点で採集されたチダイ当歳魚（1975年級群）の胃内容組成（個体数%）の季節変化
Seasonal changes of stomach contents (numerical percentage) of 0-group crimson sea bream collected in each station. (1975 year class).

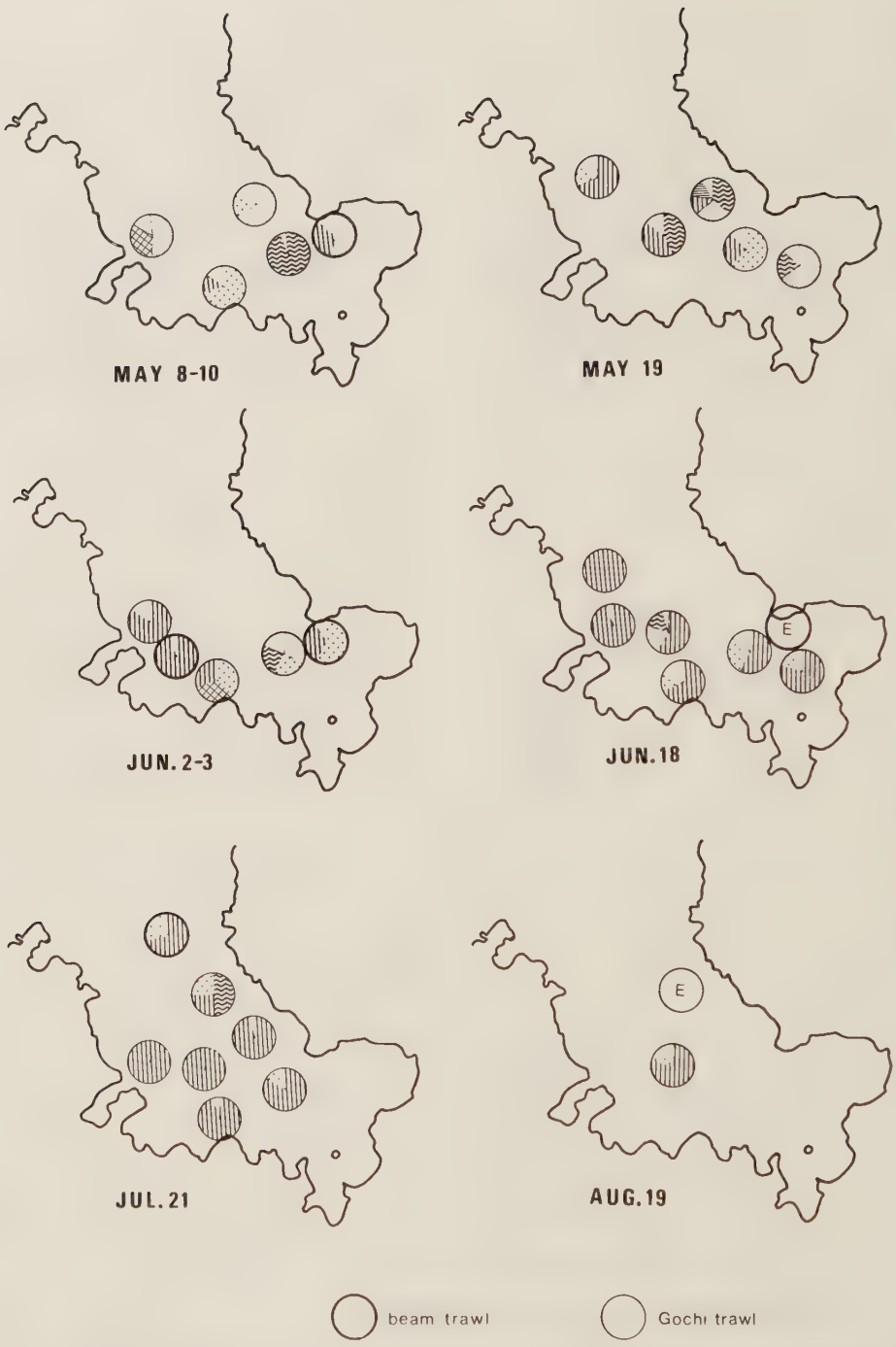


Fig. 6. (continued)

活に入り，6月までの期間は湾奥部から湾中央部にかけての水深10～15mの水域，とくにアマモ場周辺の $Md\phi$ 2～3の砂底域（T5，G2）や岩礁周辺の $Md\phi$ 1～2.5の砂底域（G3，G5）を主生息場としている．この時期にはチダイは水深30m以深で $Md\phi$ 1～2.5の湾口部（G9～11，T1～3）にはほとんど分布せず，水深の浅い砂底域（G1）やアマモ場（T7，T8）および水深約20mで $Md\phi$ 3～4の中央部の水域（G4，G6，G7，T4）でも分布密度は低い．7月には分布の中心はやや中央に移る．チダイが最も多く採集されたのは湾奥岩礁周辺（G5）であり，次いで湾中央部（G4，G6）であった．このようなチダイの分布傾向は，チダイがその成長に伴って主な餌料生物としている Copepoda, Gammaridea, Mysidacea の湾内における分布[5,7,12]（Fig. 7）と密接な関係をもっている．チダイが集中的に分布する水域についてみると，湾奥部の砂底域（T5，G2）は堆積物中の有機物が多く[13]*，Gammaridea の分布密度が高い水域[7]であり，湾奥部の岩礁周辺の砂底域（G3，G5）はガラモ場に近く，底生生物の豊富な水域である．6月中旬以降にはチダイは成長に伴ってその餌料への要求量が増し，大型の餌料生物である Mysidacea を主食とするようになる．この時期の湾内の Mysidacea はアマモ場を除くと湾中央部に多い．チダイは，湾奥ではマダイなどの生物量が増加することもあって，すみ場所を Mysidacea の多い湾中央部へ移し，8月以降は成長に伴ってさらに餌料への要求が増加し，湾外へ移動していくものと推察される．

年による胃内容組成の変化

年による胃内容組成の変化を知るため，1974～1977年の各年級群について6月中旬と7月中下旬に主生息場で採集された個体の胃内容物組成を比較した．

6月の胃内容物組成（個体数%）は，1974年級群で

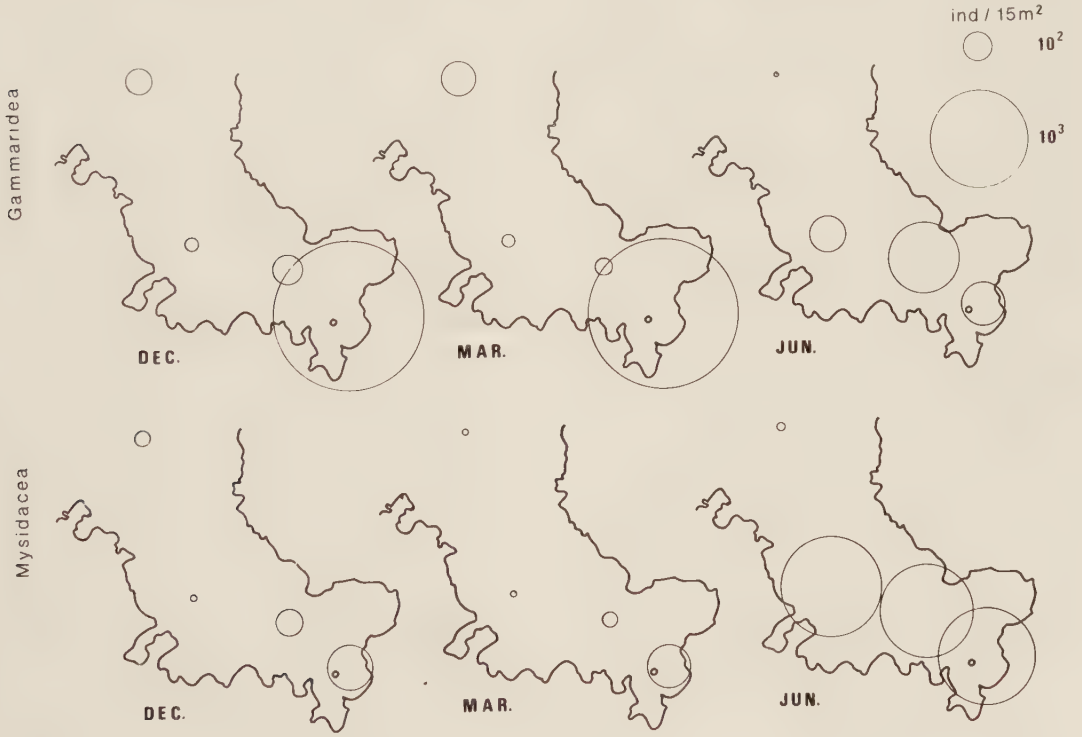


Fig. 7. 底生生物（Gammaridea, Mysidacea）の分布（1975年12月～1976年6月） NUS net の採集による（東未発表）
The individual number of Gammaridea and Mysidacea collected with epibenthos sampler (NUS net) during the period from December 1975 to June 1976 (AZUMA, unpublished).

* 浜田（未発表）の全窒素量のデータによる．

Table 2. Ivlev の選択指数（1976年6月と1977年6月の湾奥部のデータによる）
Ivlev's electivity index calculated from the data in June 1976 and 1977 at the inner part of the bay. I: Ivlev's index calculated from numerical percentage, W: Ivlev's index calculated from weight percentage, r_i: percentage of food items in the stomach of crimson sea bream, P_i: percentage of items collected with epibenthos sampler (NUS net), E (Ivlev's index) $=(r_i-P_i)/(r_i+P_i)$

	1976						1977					
	I			W			I			W		
Food item	r_i	P_i	E	r_i	P_i	E	r_i	P_i	E	r_i	P_i	E
Mysidacea	63.01	54.47	0.07	74.86	34.82	0.37	6.15	1.60	0.59	7.80	3.49	0.38
Gammaridea	27.78	20.28	0.16	14.87	9.80	0.21	50.22	16.58	0.50	27.15	15.71	0.27
Polychaeta	1.53	1.59	−0.02	3.62	3.44	0.03	1.05	2.48	−0.41	2.54	10.34	−0.61
fish egg	—	—	—	—	—	—	38.83	—	1	61.43	—	1
Caplleridea	1.72	1.96	−0.07	1.28	0.25	0.67	0.45	0.19	0.41	0.34	0.25	0.15
Tanaidacea	—	0.08	− 1	—	0.01	− 1	2.70	0.90	0.50	0.70	0.40	0.27
Harpacticoida	—	—	—	—	—	—	0.15	0.54	−0.57	0.00	0 00	—
Natantia	0.19	0.08	0.41	2.12	0.01	0.99	—	—	—	—	—	—
Ophiuroidea	3.26	4.20	−0.13	0.81	11.45	−0.86	0.30	71.21	−0.99	0.01	30.78	−1.00
Ostracoda	1.72	0.61	0.48	0.88	0.59	0.20	—	1.07	− 1	—	0.96	− 1
Isopoda	0.77	—	1	1.57	—	1	—	—	—	—	—	—
Foraminiferida	—	5.34	− 1	—	3.69	− 1	—	4.09	− 1	—	3.33	− 1
Cumacea	—	1.02	− 1	—	0.51	− 1	0.15	0.50	−0.54	0.02	0.12	−0.71
Gastropoda	—	3.06	− 1	—	20.21	− 1	—	1.74	− 1	—	15.20	1
Bivalvia	—	1.31	− 1	—	12.20	− 1	—	1.81	− 1	—	13.17	− 1

は Gammaridea 60%，Caprellidea 40%，1975年級群では Mysidacea 63%，Gammaridea 28%，1976年級群では Gammaridea 50%，魚卵38%，Mysidacea 6%などとなっている*．7月の胃内容物組成は，1974年級群では Mysidacea 66%，Gammaridea 13%，1975年級群では Mysidacea 97%，Gammaridea 3%，1976年級群では Gammaridea 67%，Mysidacea 28%，1977年級群では Mysidacea が90%，次いで魚卵・Gammaridea 各4%などとなっている．

このように，志々伎湾では，6月から7月にかけてチダイ当歳魚が主な餌料としている生物は Mysidacea と Gammaridea であるが，年によってその比率が異なったり，別の餌料生物が高い比率を示すことがみとめられる．

次に1976年6月と1977年6月のチダイの餌料生物の Ivlev の選択指数 E[14] を個体数と重量のデータによって求めた（Table 2）．方法は木曾[4] と同様である．

個体数から求めた E では，環境中の Mysidacea が多かった1976年には Mysidacea を多く摂っているものの，その E の値は Mysidacea の少ない1977年より小さい．また，Gammaridea に対しては分布量の多かった1977年の方が分布量の少なかった1976年より高い選択性を示している．一方，重量に基づいて求めた E では Mysidacea, Gammaridea とも両年の間の差はあまりなく，弱い正の選択性を示している．これらに対して，環境中の生物量として大きな比率を占める Gastropoda や Bivalvia は全く摂られておらず，Ophiuroidea, Polychaeta に対しても負の選択性を示している．

これらの結果から6月のチダイは planktobenthos である Mysidacea や epibenthos である Gammaridea が摂りやすく，それらのうち量的に多いものを多く摂るものと考えられ，これらの生物の多い水域に集中的に分布しているものと思われる．

* 1977年級群は採集数が少なく，比較できなかった．

要　約

1975年から1978年にかけて長崎県平戸島志々伎湾において小型底びき網と吾智網によって採集したチダイ当歳魚を用いて胃内容物調査を行い，チダイ当歳魚の摂餌生態を検討した．

1．チダイ当歳魚は成長に伴い，その主な餌料をCopepoda, Gammaridea, Mysidaceaと順次変化させる．

2．チダイ当歳魚は生息場所によってその胃内容物組成に変化がみとめられる．1975年級群では5月から6月上旬で変化が大きく，それ以外の期間では小さかった．

3．チダイが湾奥に集中する時期である6月上・中旬には，endobenthosへの依存度は低く，plankto-benthosであるMysidaceaとepibenthosであるGammaridaeへの依存度が高い．

文　献

1）岸上鎌吉　1916：タヒ類の発生及生長．水産学会報，**1**(3)，185-199，1 pl.

2）S. Mio　1962：Maturing of red sea bream, *Evynnis japonica* Tanaka. *Rec. Occeanog. Wor. Jap.* (Sp. No. 6)，21-30.

3）布施慎一郎　1962：アマモ場における動物群集．生理生態，**11**(1)，1-22.

4）木曾克裕　1980：平戸島志々伎湾におけるマダイ当歳魚個体群の摂餌生態―Ⅰ．成長に伴う餌料の変化とその年変動．本誌，(54)，291-306.

5）東　幹夫　1980：志々伎湾におけるマダイ資源の補給機構―ベントス．資源培養方式開発のための沿岸域における若齢期タイ類の補給機構に関する研究（研究成果シリーズ129)，111-116，農林水産技術会議事務局.

6）J. Berg 1979：Discussion of methods of investigating the food of fishes, with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens* (Gobiidae). *Mar. Biol.*, **50**(3)，263-273.

7）東　幹夫・陣野聡子　1980：平戸島志々伎湾の底生生物群集―Ⅰ．マクロベントスと堆積物による生息場所分析の試み．本誌，(54)，195-208.

8）中坊徹次　1980：志々伎湾の底生魚類群集―Ⅰ．主要種の分布と群集の区分．本誌，(54)，209-229.

9）木曾克裕　1980：平戸島志々伎湾の海底地形と海底堆積物の特徴．本誌，(54)，135-140.

10）浜田七郎　1980：志々伎湾の海況特性．本誌，(54)，141-156.

11）玉井一寿　1980：志々伎湾における海水の流動―Ⅰ．1975年冬季．本誌，(54)，157-169.

12）上田拓史　1980：志々伎湾の動物プランクトンに関する研究―Ⅰ．1975年4月から8月までの動物プランクトンの組成と橈脚類の分布．本誌，(54)，171-194.

13）木曾克裕　1980：志々伎湾におけるマダイ資源の補給機構―地形と底質．資源培養方式開発のための沿岸域における若齢期タイ類の補給機構に関する研究（研究成果シリーズ129)，98-101，農林水産技術会議事務局.

14）V. S. Ivlev 1955：Experimental ecology of fish nutrition. Moscow, (in Russian).
〔児玉康雄・吉原友吉共訳　1965：魚類の栄養生態学，魚の摂餌についての実験生態学．261 pp.，新科学文献刊行会，米子〕

Suppl. table 1-1. 底びき網によるチダイ当歳魚採集個体数（1975年級群）—：操業なし，△：胃内容物調査に用いたもの
Individual numbers of 0-group crimson sea bream (1975 year class) collected by beam trawl.
—: not operated, △: used for observation of stomach contents

Station		Nov. 19	Dec. 16	Jan. 24	Feb. 15	Mar. 17	Apr. 8	Apr. 25	May 9～10	May 19	Jun. 3	Jun. 18	Jul. 21
Day-time	T—1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T—2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T—3	0	0	2△	0	0	0	0	0	0	0	0	1△
	T—4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T—5	0	0	0	1△	1	0	0	0	0	14△	0	0
	T—6	0	6△	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T—7	0	10△	1△	0	3	5	0	0	0	0	0	0
	T—8	0	2△	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	0	18	3	1	4	5	0	0	0	14	0	1
Night-time	T—1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T—4	0	1△	1△	1△	4	1	0	0	0	2△	0	0
	T—5	1	4△	2△	28△	86△	60△	126	13△	30	0	19△	0
	T—7	0	1△	1	1△	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	1	7	4	30	90	61	126	13	30	2	19	0

Suppl. table 1-2. 吾智網によるチダイ当歳魚採集個体数（1975年級群）
Individual numbers of 0-group crimson sea bream (1975 year class) collected by Gochi trawl.

Station	Nov. 18	Dec. 16	Jan. 24	Feb. 15	Mar. 16	Apr. 8	Apr. 24	May 8	May 19	Jun. 2	Jun. 18	Jul. 21	Aug. 19
G—1	0	0	0	25△	1	0	0	2	30△	1	37△	2	0
G—2	0	0	120△	0	—	19△	83	3△	618△	128△	717△	14△	0
G—3	0	3	367△	2△	89△	0	430△	1△	462△	1	0	13△	0
G—4	0	0	—	0	2△	0	3	5	7△	1	65△	41△	1△
G—5	0	0	3	0	24	1△	113	54	33	4△	9△	184△	0
G—6	0	0	0	0	0	0	2	1△	1	8△	7△	85△	0
G—7	0	0	0	0	0	0	1	—	2△	1	1△	0	0
G—8	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	0	3△	1△
G—9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
G—10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
G—11	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0
Total	0	3	490	27	116	20	634	66	1153	144	836	342	2

西水研研報 第56号，昭和56年3月
Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., No. 56, Mar. 1981

有明海における懸濁物質の研究－I．
筑後川懸濁粘土粒子の河口域への輸送

代田 昭彦・田中 勝久

Studies on the Suspended Matter in the Ariake Bay–I. Transportation of the Clay Floc-Suspension from the Chikugo River to the Estuary

Akihiko SHIROTA and Katsuhisa TANAKA

The most remarkable characteristics in the estuary in the inner part of the Ariake Bay which has the highest tidal range in Japan are shown by the distribution of high turbid water (100–4,000 mg/l) and the formation of an enlarged tidal-flat during the ebbing tide. It is well known that such high turbidity results from the floc-suspension formed by the clay particles in saline water, adsobing nutrient salts and organic substances including bacteria, phytoplankton etc.. And also known that the clay floc-suspension is easily deposited to the bottom under a low velocity of current.

It is presumed that the enriched clay floc-suspension may become food for marine pelagic and benthonic living organisms. However, studies on the formation and transportation of such clay floc-suspension in the river and estuary have not yet been fully made.

In this study, to clarify the processes of formation, transpotation and deposition of the clay floc-suspension in the river and estuary with changes in tidal current, optical density (turbidity), salinity and current velocity were investigated every one hour for a tidal period at same stations from the Chikugo river to the estuary under the spring (4.2–4.3 m) and neap tide (1.7–2.2 m) in March, 1979 and 1980.

The results obtained are as follows.

1) Colloidal clay particles in fresh river water are turned into the clay floc-suspension at the boundary zone between fresh and salt water below 2 ‰.

2) Hydrological characteristics in the Chikugo river and the estuary (below 7m in water depth) are of a well mixed type in spring tide and of a partially

昭和55年12月19日受理 (Received December 19, 1980)
西海区水産研究所業績 第385号 (Contributions from the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, No. 385)

mixed type in neap tide.

3) In the ebbing tide with high velocity of current in spring tide, the maximum turbidity (over 1.0 of optical density) occurs at the bottom layer of boundary zone below 10 ‰ salinity, at about 10 km upper from the river's mouth. The maximum turbidity also occurs on the area of tidal-flat under strong current in the flowing tide.

4) The water mass with the maximum turbidity in spring tide is transported to about 16 km upper from the river's mouth at high tide, and moves to the estuary at low tide. However, decreasing the current velocity, the turbidity decreases due to deposition of the clay floc-suspension.

5) The value of the maximum turbidity in neap tide with low velocity of current is quite lower (about 0.2 in optical density) than that in spring tide (over 1.0), and the turbid water can not be transported to the area of tidal-flat.

6) The nature of bottom of the Chikugo river and the estuary reflects the distribution pattern of the turbid water formed by the clay floc-suspension.

有明海は日本最大の潮位差をもち，九州西岸に位置し，その大きさは東京湾や大阪湾程度の内湾である．この海域には筑後川，緑川など大河川のほか多くの河川から淡水と共に多量の懸濁粘土粒子（浮泥）や栄養物質が供給されている．年間の平均魚介類生産量は22.6トン/km²（ノリの生産量を除く）と高く，その値は瀬戸内海と並び我が国周辺漁場の首位にある[1]．本報で対象とする筑後川は流量が多く，有明海湾奥部の全河川流量の70%[2]に達し，懸濁粘土粒子の最大の供給源であり，河口域には干潮時に沿岸から6～7 kmにおよぶ広大な干潟が形成され[3]，有明海独特の魚，貝類が棲息している．また河口域には周年100～4,000 mg/l の懸濁粘土粒子による高濁度水が形成され[4,5]，干潟の生成[4]と密接に関係すると考えられている．

懸濁粘土粒子は河川の淡水域では主として陸上起源のコロイド状粘土（鉱物）粒子として存在するが，河道内の海水の影響を受ける感潮域ではコロイド状粘土粒子は河川中の無機・有機物など栄養物質の一部を凝集・吸着[6,7]し，floc と呼ばれる不定形の綿毛状凝集物となって存在する[4-8]ので容易に沈降・堆積する．したがって，海底に堆積した floc は潮汐流によって浮上，沈降を繰返すことになる．このような floc は感潮域に高密度で存在するので，ここでは「floc 状ニゴリ」，その濃度を「floc 状ニゴリ濃度」と呼ぶことにする．floc の形成過程では微生物の付着，繁殖，微小プランクトンやその遺骸をも吸着するものと考えられるので，floc は栄養物質を豊富に含む凝集物で，懸濁状のものは動物プランクトンの餌料となることが考えられ，一部の種ではその有効性[9]が指摘されている．堆積したものはデトライタスとなり，貝類などベントスの餌料として価値をもつ[10]ことが知られている．また，冬から春に孵化したスズキ稚魚は河道内で floc 状ニゴリの特に多い淡水と海水の境界域に接して移動する* など興味ある知見が得られている．

このような floc 状ニゴリの物理化学的挙動が生物の行動や生産に果す役割は自然界では非常に大きいことが予想されるが，この方面の研究は少ない．特に，筑後川河口域で floc 状ニゴリが河川から海域へ潮汐流の影響を受けながら高濁度水を形成し，沈降，堆積する過程は満田[4]によって説明されているが，河川や浅い河口域での観測は未調査で，大潮，小潮時における floc 状ニゴリ濃度と流速，塩分との関係および鉛直分布[11]などについての知見は必ずしも十分ではない．そこで，本報告ではこれらの諸点を明らかにすること

* 田中克・代田昭彦（西水研）・山下輝昌（福岡有明水試）・松宮義晴・上之薗修一（長大水）1980：有明海筑後川河口域におけるスズキ稚魚に関する研究 I．河川域における分布と資源量（日本水産学会秋季大会発表）

を目的とし，筑後川の感潮域から干潟が形成されている河口域に定点を設け，定置観測を行ない，懸濁粘土粒子の挙動について観測した結果を報告する．

本研究にあたり，筑後川とその河口域の調査のための用船および観測機器の提供など心あたたまる援助と協力を戴いた福岡県有明水産試験場の河辺克己場長，山下輝昌技師に厚くお礼を申し上げる．また，調査に協力して戴いた長崎大学水産学部松宮義晴助教授と学生，ならびに西海区水産研究所浅海開発部の田中克技官に感謝申し上げる．

方　法

調査は1979年3月と1980年3月に，それぞれ大潮と小潮時の2回づつ筑後川の感潮域から河口域までの範囲に6定点を設けて観測した．各定点には約5トンの漁船を定置して，満潮から次の満潮までの毎正時に定置観測を実施し，流速，塩分，吸光度による floc 状ニゴリ濃度を計測した．観測定点，観測日の月齢および潮位差は Table 1 および Fig. 1 に示す．

Fig. 1. 筑後川河口域の調査定点と干潟[3]の分布
Sampling stations and distribution of tidal-flat[3] in the Chikugo river estuary.

1979年には河川内を調査対象としたため定点は河口部のR1から約16km上流のR4（堰の手前）までとし，その間に約5km間隔で定点R2，R3を設置した．川幅はR4で約300m，河口部のR1で約1kmであるが，河口からR2までは川の中央に築堤が川に沿って築かれている．観測点のある側の川幅はそのため約半分で，水深は深く主流である．また，大潮の高潮時には築堤は約2m水没した．1980年には河口から海側を調査対象としたため，前年同様の定点R2，R1のほかに澪筋に沿って定点E1，E2を設けた．E2は河口点R1から約8km海側となっている．採水は北原式採水器（1ℓ）またはバンドン採水器（2ℓ）を用い毎正時に表層，中層，底層の各層採水を行なったが，低潮時に水深が3m以下になった場合は表層と2m層のみの採水とした．塩分は Auto Lab. の塩分計601 MK III 型を用いて測定し‰で表示した．濁度は島津 Double-40型分光光度計を用い，10 mm 角の石英セルを用いて400nmの最大吸収波長で測定し，吸光度で表示した．また，吸光度の値と実際の懸濁粒子濃度とを比較するために，GFCフィルターを用いて，懸濁粒子重量（S.S.量）の沪過，秤量による測定も行

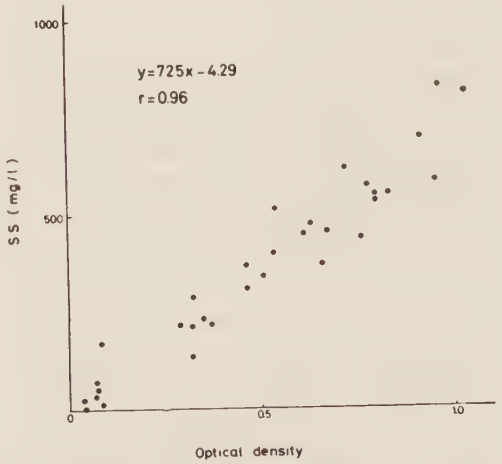


Fig. 2. 懸濁物質（floc 状ニゴリ）重量（mg/ℓ）と濁度（吸光度，λ=400nm）の関係
Relationship between suspended substances (mg/ℓ) and optical density (λ=400nm).

Table 1. 観測日と潮位
Sampling date and tide level.

Sampling date	Moon's age	Tide level*				Sampling station
		Time	High (cm)	Time	Low (cm)	
1979 Mar. 9	10.4	06：48	365	12：43	192	R4 R3 R2 R1
		18：33	364			
14	15.4	09：48	485	15：55	54	〃
		21：59	488			
1980 Mar. 16	28.8	09：06	518	15：17	27	R2 R1 E1 E2
		21：17	526			
27	10.3	07：04	393	13：05	170	〃
		18：57	384			

* at Miike Harbor

った．調査海域の S. S. 量と吸光度との関係は Fig. 2 に示すように高い相関を示し，吸光度は懸濁粒子濃度のかなりよい指標となるといえよう．流速の測定は表層のみとし，CM型潮流計を用いたが，一部ひも流しによる簡易法を用いた．この方法は錨で固定した漁船のともからひも付きの小型ブイを投入し，単位時間当りに流れた距離から表層の流れを求める方法である．水深は，測深用の竹竿または，一端におもりをつけた目盛りつきの細ひもを用い測定し，潮汐による水深の変化を調べた．

結　果　と　考　察

1. 大潮時における floc 状ニゴリの移動

1979年3月14日の大潮時に観測した河口点R 1から16km上流の定点R 4までの各4定点における吸光度による floc 状ニゴリ濃度と表層流速の経時変化は Fig. 3-a に示す．図中，流速の＋，－はそれぞれ上げ潮と下げ潮の値を示したものである．

観測開始の10時は上げ潮時で，吸光度1.0（約700 ppm）以上の高濁度水は R 3 から R 4 までの底層から中層に存在したが，0.5～1.0の範囲の濃度はR 2～R 4までの表層に，河口点R 1の表層では0.2～0.5となり，河口に向うほど低く，上げ潮時に河口外のニゴリの少ない海水が河道域に侵入したことを示している．一方，下げ潮の11時における吸光度は表層のR 4からR 3までは0.2～0.5，その底層では0.5～1.0，R 2から河口のR 1までは0.1～0.2と10時に比べいずれも低い値を示した．上げ潮と下げ潮時のこのような吸光度の違いは流速と関係するように思われる．10時と11時の流向は上げ潮から下げ潮に逆転し，この間に流れは停滞する．10時に高濁度水を形成した floc 状ニゴリは憩流時または緩流時にR 4，R 3付近で沈降，堆積したと考えられる．

12時は下げ潮の最強流時に相当する．R 3からR 2の表層流速は 1 m/sec かそれ以上を示したが，吸光度が1.0以上の高濁度水はR 3の中層以下で観測された．また，表層から中層までの濃度0.2～0.5を示す floc 状ニゴリは11時に比べ河口に向って移動したことを示している．この高濁度水の鉛直分布を次の13時の観測値と比較すると，流速がやや遅くなる（75 cm/s）13時には R 3 から R 2 の floc 状ニゴリ濃度の鉛直分布は底層から表層にまで達し，その分布範囲は12時より広いことがわかった．なお，定点R 2では14時に floc 状ニゴリ濃度 1,500 mg/l の最高値が記録された．広い範囲の高濁度水の形式は表層の最強流時（13時に 1 m/s）より，やや遅い流速（60～70 cm/s）で生じている．この原因は底層流の測定がないので明らかではないが，表層と底層の流速にずれが生じ，底層の流速は表層より遅く海底からの floc 状ニゴリのまき上げが十分でなく，表層にまで達していないためと考えられよう．その後，17時までは下げ潮時であるが，高濁度水は除々に河口を経てその沖合へと移動している．流向は17時と18時の間で逆転し下げ潮から上げ潮となる．流速が増すにつれ，吸光度1.0以上の高

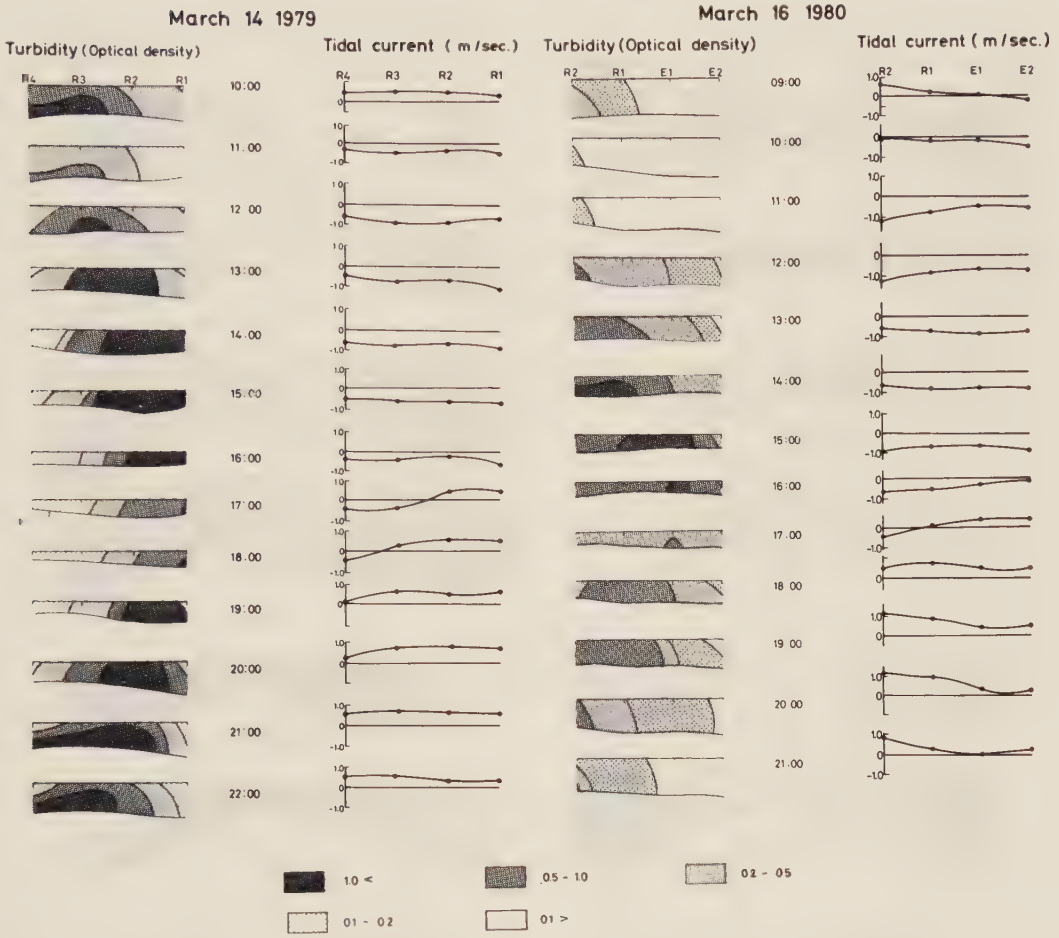


Fig. 3-a. 大潮時の一潮時における筑後川河口（R-1）から16㎞上流（R-4）までの縦断面濁度（吸光度）と表層流速との関係
Changes in turbidity (optical density) and surface current velocity during a tidal period in spring tide in the Chikugo river. Figure shows vertical section from St. R-1 to St. R-4.

Fig. 3-b. 大潮時の一潮時における筑後川河川内（R-2）から河口（E-2）までの縦断面濁度（吸光度）と表層流速との関係
Changes in turbidity (optical density) and surface current velocity during a tidal period in spring tide in the Chikugo river to the estuary. Figure shows vertical section from St. R-2 to St. E-2.

濁度水は上流へ移動するが，流速が遅くなると高濁度水は中層以下に分布し，徐々に沈降しながら上流へ移動する様子が図から明瞭に示された。

次に，河川内に続く河口からその海側E２までのfloc状ニゴリ濃度の経時変化は1980年３月16日の大潮時に観測し，Fig. 3-b に示す。吸光度1.0以上の高濁度水は14～16時の下げ潮に観測された。鉛直分布から高濁度水（濃度の最高値は3,300 mg/l）の形成は強流時にＲ２から河口までの底層から中層にみられたが，表層の流速がやや遅くなる15時には表層にまで達し，河口のＲ１からＥ１まで約５㎞の範囲に高濁度水域が形成された。最強流時に高濁度水の形成が底層付近で生ずるのは河川の場合と同様の理由に基づくものであろう。17時には流向が逆転し上げ潮となるが，高濁度水の形成はみられず，下げ潮時に比べ低い（0.5～1.0）濃度範囲の floc 状ニゴリが上流に向って移動

するのが観測された．上げ潮時に floc 状ニゴリ濃度が下げ潮時より低いのは下げ潮時にＥ１，Ｅ２へ移動した高濁度水中の floc 状ニゴリが緩流や憩流時にＥ１，Ｅ２の干潟域に沈降，堆積したためと考えられる．また，流速が遅い９～10時，17時および20～21時にはいずれも濃度は低く，floc 状ニゴリがこの時期に沈降したことを示している．

以上の結果，floc 状ニゴリからなる高濁度水は下げ潮の強流時に河口から５～10km上流を中心とする河道内で底泥をまき上げて形成され，下げ潮に伴って河口の干潟地域へ輸送される．そして，緩流や憩流時に干潟地域に floc 状ニゴリは沈降，堆積する．一方，上げ潮時には高濁度水は濃度をやや減じ河道内に押戻され，河口から上流約16km付近にまで達し，流速が遅くなると河道内に再沈降することが明らかになった．

Fig. 4 は河川内４定点における大潮時（1979年３月14日）の塩分と floc 状ニゴリ濃度との鉛直分布を経時的に示したものである．高潮時における底層での塩分は25‰以上を示したが，塩分１‰以下の淡水と海水の境界域はＲ３からＲ１までの10km以上の範囲に移動しており，下げ潮時には，表層と底層の塩分差は小さく，強混合型[12]の性質を示しているといえよう．また，floc 状ニゴリは淡水と海水の塩分の境界域で高濁度水を形成し，この高濁度水は下げ潮に伴ってＲ３からＲ１の河口へ，上げ潮時には河口から河川上流のＲ４へと移動している．結局，吸光度1.0以上の高濁度水は塩分が10‰以下の淡水と海水の境界域でのみ形成されることが明らかになった．

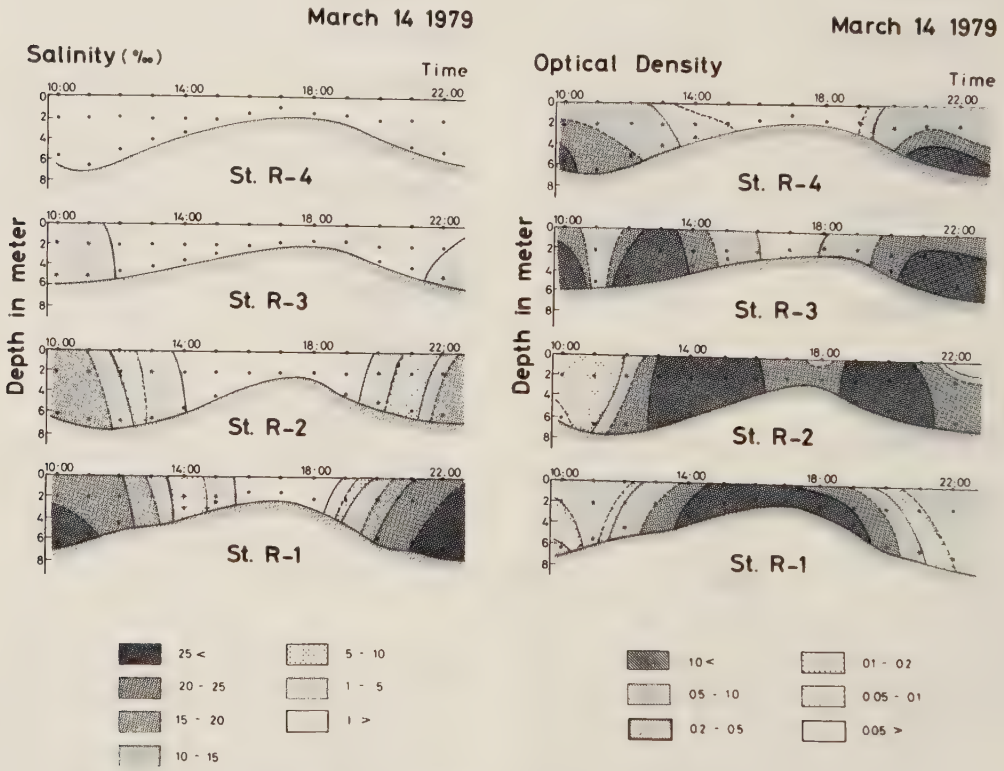


Fig. 4. 大潮時の一潮時における筑後川河川内（河口Ｒ-1から16km上流Ｒ-4まで）の濁度（吸光度）と塩分の変化
Changes in turbidity (optical density) and salinity during a tidal period in spring tide at the stations (from R-1 to R 4) in the Chikugo river.

Fig. 5 は1980年３月16日の河口域からその海側Ｅ２までの塩分と floc 状ニゴリの移動を示したものであ

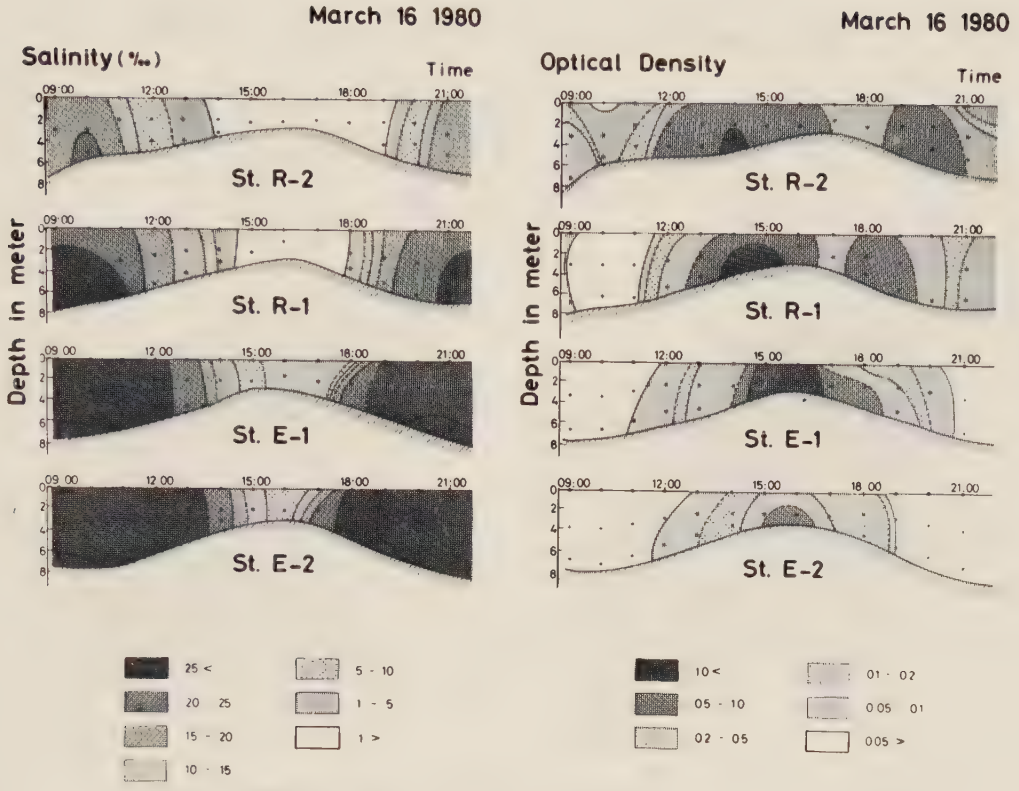


Fig. 5. 大潮時の一潮時における筑後川河川内（R-2）から河口域（E-2）までの濁度（吸光度）と塩分の変化
Changes in turbidity (optical density) and salinity during a tidal period in spring tide at the stations (from R-2 to E 2) in the Chikugo river and the estuary.

る．高潮時にはＲ１の河口で25‰以上の塩分が観測されたが，Ｒ２までは達していない．また，低潮時には１‰以下の淡水は河口を越えてＥ１まで移動しているが，Ｅ２では５～10‰を示した．塩分は１‰以下の淡水と海水の境界域では下げ潮時に表層と底層の塩分差は小さく，強混合型を示し，吸光度1.0以上の高濁度水は1979年（Fig. 4）と同様に，塩分が10‰以下の淡水と海水の境界域でのみ形成されることが確められた．吸光度1.0以上の高濁度水は下げ潮時にＲ２から河口を経てＥ１付近の干潟域まで達したが，海側の定点Ｅ２では吸光度1.0以上の高濁度水は形成されず，0.5～1.0の範囲の濃度を示した．この濁水は上げ潮時に再び河川内に移動するが，図から明らかなようにその濁度は下げ潮時（1.0以上）に比較してかなり低下していることが示された．この濃度の低下は低潮時の緩流や憩流時に floc 状のニゴリがＥ２付近の干潟域で沈降・堆積したためと考えられる．

筑後川地先の有明海湾奥部における floc 状ニゴリの濃度分布は Fig. 6 に示すように，大潮の低潮時には高潮時に比べ著しく増加（吸光度で0.5以上）し，筑後川から多量の floc 状ニゴリが供給されていることを示しているが，干潟の表層泥からの巻き上げも関与しているように思われる．従って，大潮時に河川内と干潟域を移動する floc 状ニゴリには強流時に干潟表面から生じる floc 状ニゴリも混じて相互に影響し合い潮汐流によって移動していると考えられる．

2．小潮時における floc 状ニゴリの移動

1979年３月９日の河川内４定点（Ｒ１～４）の塩分と吸光度の経時変化は Fig. 7 に示す．小潮時の干潮時には河川の１‰以下の淡水はＲ２に達しているが，Ｒ１の河口点には達していない．これは大潮時の低潮

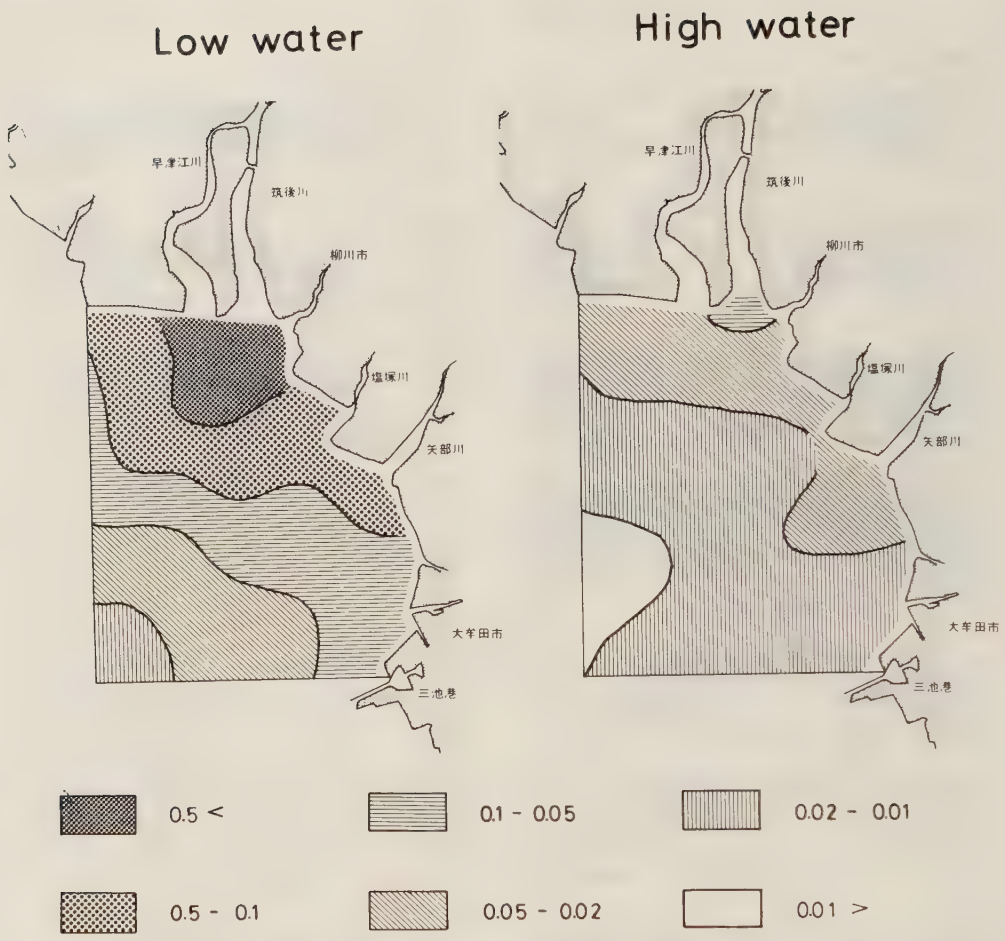


Fig. 6. 有明海湾奥部の大潮時における満潮と干潮時の濁度（吸光度）分布
Distribution of turbidity (optical density) in spring tide in the inner part of the Ariake Bay.

時の淡水が河口外のＥ１に達するのに比べると著しく移動範囲が小さいことを示している．定点Ｒ３からＲ２付近には塩分１‰以下の淡水と20‰以上の海水が接して境界域を形成し，河川内を移動している．また，小潮時の低潮時には塩分の鉛直変化は底層で大きく弱混合型[12]の特性を示している．このときの表層流速はほとんど50 cm/s を超えることがなく，吸光度は全定点で0.2以下であった．Ｒ１，Ｒ２では吸光度0.05以下の値が大部分であるのに対し，Ｒ３，Ｒ４では0.05以上の値がかなりみられた．これは，河川淡水中に存在するコロイド状粘土粒子が，低塩分（１～２‰）下で floc 状態となり沈降・堆積する現象[13]によるものと思われる．

河口からその海側Ｅ２までの1980年３月27日の塩分と吸光度による floc 状ニゴリ濃度の移動は Fig. 8 に示す．低潮時における１‰以下の河川淡水の移動はＲ２までで，Ｒ１の河口点の表層に僅かに淡水が観測されたが，河口外の25‰以上の塩分の影響が強くみられ，下げ潮，上げ潮時共に高塩分水は底層に侵入していることが観測された．従って，Fig. 7 と同様に弱混合型を示している．floc 状ニゴリについてはＲ１の河口点から河口外のＥ２まではっきりした濃度の変化や移動はみられないが，河川内のＲ２では塩分の境界域に上げ潮，下げ潮に伴う floc 状ニゴリ濃度の変化が

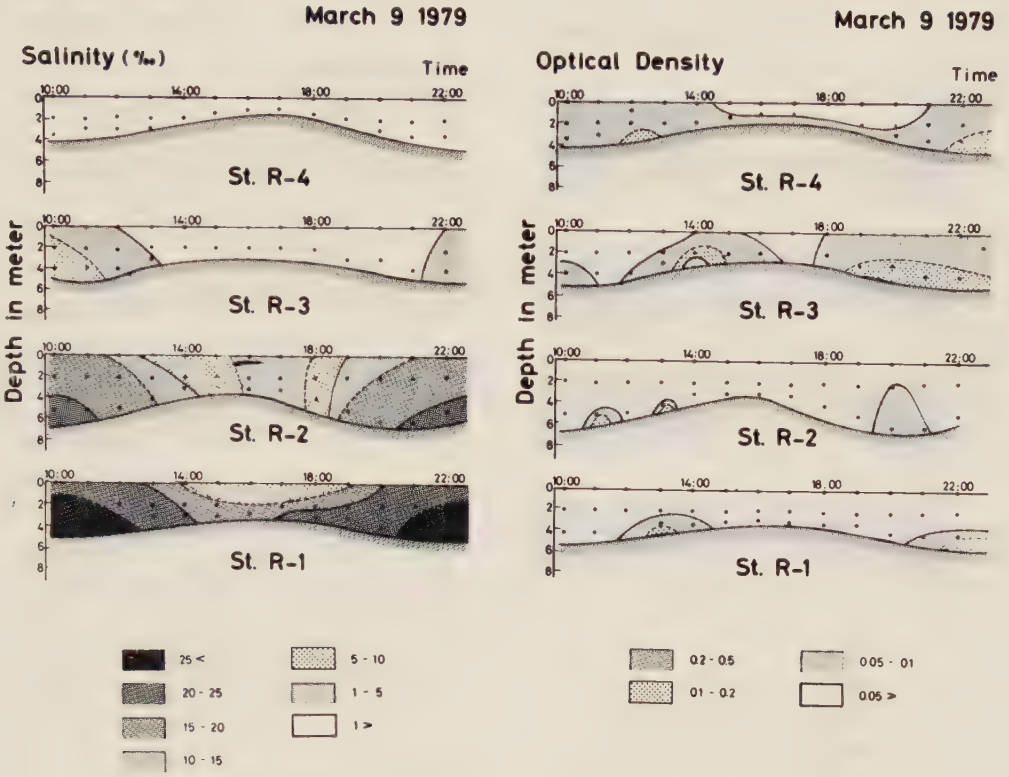


Fig. 7. 小潮時の一潮時における筑後川河川内（河口R-1から16km上流R-4まで）の濁度（吸光度）の塩分の変化
Changes in turbidity (optical density) and salinity during a tidal period in neap tide at the stations (from R-1 to R-4) in the Chikugo river.

みられ，濁度（0.1～0.2）の増加が観測された．このことは大潮時に floc 状ニゴリが10‰以下の塩分で形成されることと一致している．結局，小潮時は流速が遅く，河川の感潮域で生じた floc 状ニゴリは河川内で堆積し，河口外の干潟域にはほとんど輸送されないことがわかった．

以上の結果，陸上から河川に負荷された懸濁粘土粒子は小潮時あるいは中潮時に河道内の塩分の境界域で floc 化し堆積するが，この堆積した floc 状ニゴリは潮位差の大きい大潮時にまき上げられ，低塩分下で高濁度水を形成し，浮上，沈降を繰返しながら河口外の干潟域に輸送されるという知見が得られた．しかし，floc 状ニゴリの形成と移動過程には上記の潮位差のみならず，河川流量も大きく影響するであろう．本調査を実施した1979年と1980年の両年3月における筑後川流量はおよそ平常年のレベルと思われる．1957～1966年の10年間の筑後川（瀬ノ下での観測値）における月別平均流量[14]を参考にすると，3月の平均流量は約70 m^3/s である．筑後川平均流量の最低は12月で約50 m^3/s，最高は7月で約280 m^3/s と月別の変動は大きい．従って，筑後川流量が減少する渇水期（30 m^3/s 以下）には淡水と海水が接する境界域は平年時より更に河道内の上流へ移動して粘土粒子の floc 化が生ずるので，floc 状ニゴリによる高濁度水の形成もそれに伴って上流へ移動し，緩流時や憩流時に沈降，堆積すると考えられる．また，300～700 m^3/s の豊水年や洪水時には渇水年とは逆に淡水と海水の境界域はより海側へ移動する．1972年7月12～13日の大洪水時には筑後川の平均流量は1,653 m^3/s で湾奥部一帯が低塩分となったが，福岡県三池港沖では大潮時の満潮でも15‰以下の低塩分を示し[15]，10‰以下の低塩分は

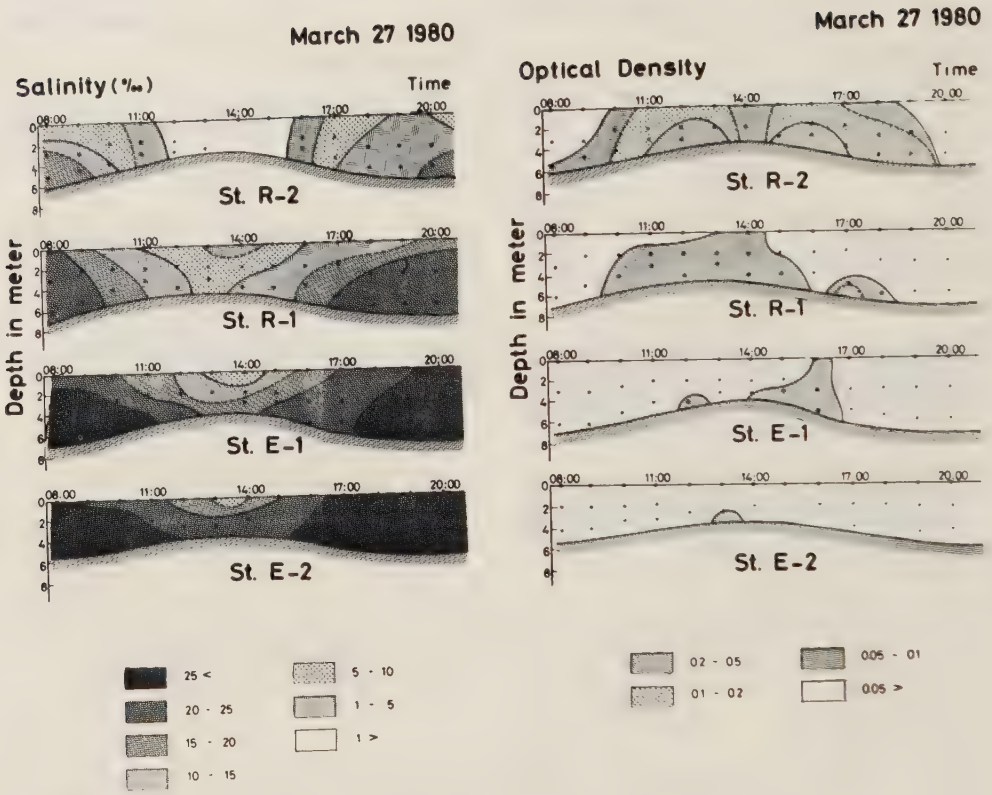


Fig. 8. 小潮時の一潮時における筑後川河川内（R-2）から河口域（E-2）までの濁度（吸光度）と塩分の変化
Changes in turbidity (optical density) and salinity during a tidal period in neap tide at the stations (from R-2 to E-2) in the Chikugo river and the estuary.

筑後川河口から10km以上沖合にまで達し淡水域は河口から約5km海側にまでおよんでいる．このような異常時[16,17]の floc 状ニゴリもやはり淡水と海水の境界域で高濁度水を形成し，低塩分域一帯で広範囲に沈降，堆積することが予測されるが，詳細については今後の課題となるであろう．

floc 状ニゴリの移動過程で沈降，堆積したものは当然，底質に影響をおよぼすことが考えられる．本調査時の EKMAN 採泥器による採取によると，河口から10～16km上流のR3，R4および河口外のE1，E2では粘土粒子を主とする堆積物が観察されたのに対し，R1の河口点および河道内のR2では砂質であった．このことはR1で河川と海の入口に当ること，R2は河道内で河口に近いなど地形的に潮汐の影響を他の定点より強く，また長時間受けているためと考えられる．しかし，観測時における河口点R1の採泥試料からは，砂質の上に粘土質の薄層が明瞭に堆積していたことが確認されている．このような懸濁粘土粒子によって構成される floc 状ニゴリの分布は調査時の底質および筑後川河口から湾奥部における海底の粘土分布[18]とよく対応し，底質は floc 状ニゴリの移動分布をよく反映しているといえよう．

海洋における懸濁物質の研究では多くの有益な知見が得られている．しかし，河口域や沿岸域における流れの構造や流水中での懸濁物質の挙動については未知の部分や観測が困難な場合が多い．特に，感潮域の懸濁粘土粒子は物理，化学，生物的作用を受け易く floc 化するという複雑な現象がみられる．また，floc 状ニゴリの沈降現象についても，重要なパラメータである鉛直乱れ速度，懸濁粒子の鉛直渦動粘性係数など[19]の

流れの鉛直構造の解明が今後必要となるであろう．懸濁粒子（粘土粒子およびプランクトンを含む）の挙動については通産省工業技術院公害資源研究所で岡山県吉井川の感潮域で，河川から海水中への懸濁粒子の流入過程を（コールターカウンター T_A 型を用いて）調査し，河川の淡水域では最強流時に粒子の体積比率の頻度分布は対数正規分布に近く，感潮域では緩流時や憩流時に大粒径粒子は沈降し，分布型が異なり，結局淡水域と感潮域の粒子径は相違する[19]という知見が得られている．また，吸光度による現場水と一定時間後の同水中の濁度の差(比重の大きな粒子は沈降する）によって画かれる河口域の floc 状ニゴリの濃度分布の相違は T（水温)-S（塩分）diagram による水塊の型別分布の相違とよく対応する[20]ことが報告されている．これらの知見は floc 状ニゴリの形成に関与する懸濁粒子そのものの特性を示しているといえよう．本文のはじめに述べたように調査対象とした筑後川感潮域では「懸濁粘土粒子」は「floc 状ニゴリ」として存在するので，今後はこの点を明確に区別して取扱う必要があるであろう．ここでは，懸濁粘土粒子そのものの移動に伴う変化にはふれていないが，自然界の floc 状ニゴリの現象について幾つかの知見が得られた．これらの floc 状ニゴリが生物や化学的作用を受けながら河口域や干潟域の生物生産にどのように関係して行くのかなどは今後の重要な研究課題となるであろう．

要　約

有明海湾奥部における懸濁粘土粒子の最大の供給源である筑後川とその河口域に6定点を設け，floc 状ニゴリの河川から干潟域への輸送過程を明らかにすることを目的とし，1979年と1980年の両年3月の大潮，小潮時に各定点で1時間毎の12時間観測を実施した．その結果は次のように要約される．

1. 陸上から河川に負荷された懸濁粘土粒子は河道内の淡水と海水の境界域で floc 化して堆積する．
2. 堆積された floc 状ニゴリは上げ潮，下げ潮の強流時にまき上げられる．
3. 大潮の下げ潮の強流時には吸光度1.0以上の高濁度水は河口から約10km上流で底泥をまき上げて形成される．この高濁度水は干潟域へ輸送され憩流時に干潟に沈降，堆積する．
4. 大潮の上げ潮の強流時には吸光度0.5～1.0の濁水は干潟の表層泥も混じて河川上流約16km付近にまで達し，流速が遅くなるにつれ河道内に沈降，堆積する．
5. Floc 状ニゴリ濃度の増加は小潮，大潮時とも淡水と海水の境界域（塩分10‰以下）でのみ観測される．大潮時に形成された高濁度水は潮汐による境界域の移動と共に輸送される．
6. 下げ潮時における鉛直塩分変化は大潮時に強混合型，小潮時に弱混合型を示し，floc 状ニゴリ濃度の最大値は吸光度で前者が1.0以上，後者は約0.2と大きな濃度差を示す．
7. 小潮時の流速は遅く，形成された floc 状ニゴリは河口外の干潟までは輸送されない．
8. 河川内および河口域の底質は floc 状ニゴリの移動分布をよく反映している．

文　献

1）青山恒雄　1977：漁業振興の立場からみた湾内水の流動と問題点-I．有明海の流動と漁業．沿岸海洋研究ノート，**14**（1，2），36—41.

2）村上彰男　1968：有明海湾奥部における塩素量分布．筑後川調査報告附属資料，(3)，1—29．水産庁.

3）西海区水産研究所　1981：沿岸海域藻場調査—九州西岸海域藻場・干潟分布調査報告．1—391.

4）満田雅男　1968：有明海湾奥域の浮泥と干潟の消長について．筑後川調査報告附属資料，(2)，1—32，水産庁.

5）代田昭彦　1980：有明海の栄養塩類とニゴリの特性．海洋科学，**12**(2)，127—137.

6）代田昭彦　1975：水産餌料生物学．358—364，

497—501. 恒星社厚生閣, 東京.
7) 代田昭彦 1979：非生物体ニゴリの研究—Ⅰ. 河口域における栄養塩濃度の変動に関与するニゴリ. 日水誌, **45**(9), 1123—1128.
8) W. Sakamoto 1972: Study on the process of river suspension from flocculation to accumulation in estuary. *Bull. Ocean Res. Inst. University of Tokyo*, (5), 1-46.
9) 大石昭二・代田昭彦 1979：IMA の生物試料への応用. 公害, **14**(4), 190—194.
10) 佐藤忠勇・松本三郎・堀口吉重・辻井禎 1964：粗珪酸を指標とするアコヤガイの沪過水量と摂餌量の測定法について. 日水誌, **30**(9), 717—722.
11) 田中勝久・代田昭彦 1980：筑後川感潮域の懸濁粒子について. 第12回環境部会報告, 4—11, 漁業資源研究会議環境部会.
12) D. W. Pritchard 1967: Observations of circulation in coastal plain estuaries. In "Estuaries" (ed. by G. H. Lauff), 37-44, A. A. A. S. Pub. 83., Washington, D. C.
13) 代田昭彦 1977：赤潮防止策. 特集・海洋汚染, 産業と環境, **6**(12), 37—42.
14) 水産庁 1968：水系開発に伴う水産業への影響調査—Ⅰ. 海洋分科会調査報告, 1—41. 筑後川調査報告.
15) 井上尚文 1980：有明海の物理環境. 沿岸海洋研究ノート, **17**(2), 151—165.
16) 気象庁 1974：有明海・八代海の海象調査報告. 1—87.
17) I. Isozaki and E. Kitahara 1977: Tides in the Bays of Ariake and Yatsushiro. *Oceanogr. Mag.*, **28** (1-2), 1-32.
18) 河辺克己 1969：有明海の底土を中心とする窒素源. 筑後川報告附属資料, (5), 1—31, 水産庁.
19) 高村 啓 1978：沿岸海域における懸濁物質の挙動に関する研究. 産業と環境, **7**(3), 76—83, 通産資料調査会.
20) 代田昭彦 1979：非生物体ニゴリの研究—Ⅱ. 河口域における水塊指標としての濁度. 日水誌, **45**(9), 1129—1135.

西水研研報　第56号，昭和56年３月
Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., No. 56, Mar. 1981

油谷湾におけるエビ・カニ類の生態学的研究－Ⅰ．出現種および種組成の季節的変化

小嶋喜久雄・花渕　靖子

Ecological Studies on Decapod Crustacians in Yuya Bay, the Japan Sea-I. A List of the Species Caught and Seasonal Change in the Species Composition

Kikuo KOJIMA and Seiko HANABUCHI

Ecological studies on decapod crustacians, especially of macrurans and brachyurans, were made in Yuya Bay which faces the south-western part of the Japan Sea, from 1975 to date. Materials were caught by beam trawl and seine at stations located in relatively deeper waters in the bay and some supplementary collections were made in shallow waters including estuaries. In this report, a list of the species caught and the seasonal changes in the species composition are reported.

1) Sixty species of macrurans of three sections were identified. Families and the number of species in each family are;

Section Penaeidea－22 species of 3 families:

Sergestidae (1 sp.), Luciferidae (2 spp.), and Penaeidae (19 spp.).

Section Caridea－37 species of 9 families:

Pandalidae (2 spp.), Pasiphaeidae (2 spp.), Alpheidae (5 spp.), Ogyrididae (1 sp.), Hippolytidae (10 spp.), Processidae (5 spp.), Palaemonidae (4 spp.), Rhynchocinetidae (3 spp.), and Crangonidae (5 spp.).

Section Palinura－one species of one family:

Scyllaridae (1 sp.).

2) Fifty seven species of brachyurans of five subsections were identified. Families and the number of species in each family are;

Subsection Oxystomata－12 species of 3 families:

Dorippidae (2 spp.), Leucosidae (9 spp.), and Calappidae (1 sp.).

Subsection Dromiacea two species of one family:

Dromiidae (2 spp.).

昭和56年１月16日受理（Received January 16, 1981）
西海区水産研究所業績　第386号（Contributions from the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, No. 386）

Subsection Oxyrhyncha - 11 species of three families:
Hymenosomatidae (2 spp.), Majidae (8 spp.), and Parthenopidae (1 sp.).
Subsection Corystoidea - two species of one family:
Corystidae (2 spp.).
Subsection Brachyrhyncha - 30 species of 6 families:
Portunidae (12 spp.), Xanthidae (5 spp.), Goneplacidae (3 spp.), Pinnotheridae (3 spp.), Ogypodidae (2 spp.), and Grapsidae (5 spp.).

3) Total number of species was smaller in winter and larger in summer through autumn both in macrurans and brachyurans. In macrurans it does not increase much, and seasonal change is small, while in brachyurans the number of species during summer and autumn is three times as large as that during winter, thus the seasonal change is drastic.

Total number of the individuals of macrurans is relatively small during winter months, but increases greatly during summer and autumn, showing drastic seasonal change. The seasonal shange in brachyurans is almost the same as that of macrurans, relatively small in winter months and increases greatly during summer and autumn months.

4) The most dominant species of macrurans is *Crangon affinis* which consists about 70 percent of the entire macruran individuals. The next dominant are *Metapenaeopsis barbata, M. acclivis, M. dalei, Trachypenaeus curvirostris* and *Parapenaeopsis tenella.* About one half of all the species of macrurans occur all the year round.

The most dominant species of brachyurans is *Portunus hastatoides,* and the next dominant is *Charybdis bimaculata.* Small-sized crabs of Portunidae such as two species mentioned above, *Charybdis japonica* and *C. truncata* occupy high ranks all around the year.

ま え が き

1975年から1977年までの3年間，油谷湾をモデル水域として「資源培養方式開発のための沿岸域における若齢期タイ類補給機構に関する研究」(通称タイ類特研) が実施された．調査は油谷湾に来遊するマダイの初期生活の実態の解明を軸に進められたが，その中でマダイをめぐる生物的，非生物的環境把握のための諸調査も同時に行われた．筆者らもこの特別研究に参加し，生物環境調査の一部分として漁獲物に現われるエビ・カニ類をとりあげ，出現する種，出現量，分布，成長，産卵等の生態調査を行ってきた．本稿では油谷湾に出現する種のリストおよび季節的な種の出現状況と特徴点についての知見を報告する．油谷湾のエビ・カニ類の知見としては，山口県外海水産試験場による概括的な報告（水産庁)[1] があるだけである．

湾内では船びき網，小型底びき網，刺網，小型定置網等の漁業が行われているが，エビ・カニ類は主に小型底びきによって漁獲される．漁業対象とされるエビ類にはクルマエビ，クマエビ，フトミゾエビ，ヨシエビ，サルエビ，アカエビ，トラエビ，キシエビなどがあり，また，カニ類はガザミ，イシガニなどがある．これら有用種以外にかなり多種の小型のエビ，カニ類が棲息し，特にエビジャコや藻場性の小エビ類，フタホシイシガニやヒメガザミなどの小型カニ類は量的にも多く，また，エビジャコや小エビ類，稚ガニ等はよ

り高次の捕食者の餌料生物として湾内生物群集内において重要な位置を占めるものと思われる．

本報告の発表にあたり，エビ類の種の同定ならびに分類，整理に御指導御協力をいただいた，水産大学校増殖学科講師，林健一博士に深く感謝申し上げる．また，西海区水産研究所下関支所矢野実支所長，花渕信夫第二研究室長には多くの御教示をいただいた．ここに記して感謝申し上げる．

材　料　と　方　法

エビ，カニ類出現種のリスト作製にあたっては，1975年から'77年に至る3年間のタイ類特研期間における小型底びき網と船びき網によるえい網試験，および1978年と'79年に行った小型底びき網による補完調査で得た資料を用いた．種別出現量の季節変化の考察は1976年，1977年の底びき網の資料を基本にしたが，底びき網では漁獲されない中・表層性のユメエビ科の2種については船びき網の資料によった．試験操業は底びき網では1966年が4月下旬から12月まで，5月～9月の間は月2回，その他は月1回，1977年は2月から10月まで，6月～9月は月2回，他の月は月1回，それぞれ実施した．また1978年の補完調査は5月下旬から9月下旬まで月2回，1979年のそれは7月から8月にかけて各月2回行った．定点は基本定点14点（T-1～T-14）と補助定点12点（T-15～T-26，深度別調査および分布調査等）を設定し（図1），張竹長8m，網長約6m，目合約22㎜でさらに魚捕部に目合約2.5㎜のクレモナモジ網のカバーネットを装着した漁具を用いて，主に夜間（1977年は対照試験として一部昼間実施）に10分びき操業を行った．船びき網は1976年が5～6月に月2回，7月～12月に月1回，1977年は5月～7月に月2回，8月～10月に月1回，定点9点（図2）を設定して，網目約1.75㎜の綟網仕立の袋網（開口時直径約10m）を用いて，昼間60分びき操業を

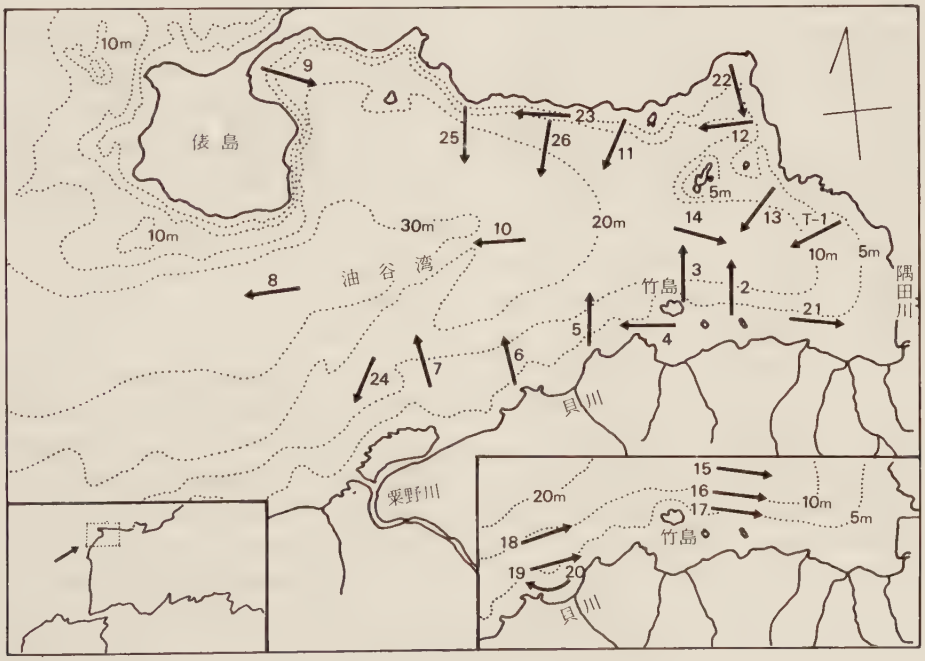


図1．底びき網定点図

図2. 船びき網の定点図

実施した．全出現種のうち，前記したエビ類のユメエビ科の2種およびカニ類のスナガニ科およびスネナガイソガニ以外のイソガニ科を除くほかは，すべて底びき網に入るが，これらのうちで船びき網でも採集されるものはエビ類で約10種，カニ類5～6種がある．なお河口の岸周辺に棲息するスナガニ科およびイソガニ科については別に採集してリストに加えた．標本は採集直後10%フォルマリン液で固定して研究室に持ち帰り，一週間以内に選別，同定の作業を行った．エビの分類は日本動物図鑑[2] 及び KUBO[3] によって行い，不明種はすべて水産大学校林健一講師の同定に従った．カニの分類は酒井[4] によった．

結果および考察

1. 出現種

エビ類

湾内に出現するエビ類の種名および月別出現状況を表1に示す．今回の調査で確認できた種類数は不明種を含めて合計60種であった．内訳をみると，クルマエビ族はサクラエビ科1種，ユメエビ科2種，クルマエビ科19種，計3科22種，コエビ族はタラバエビ科2種，オキエビ科2種，テッポウエビ科5種（うち不明種1），ツノメエビ科1種，モエビ科10種，ローソクエビ科5種，テナガエビ科4種（うち不明種1），サラサエビ科3種，エビジャコ科5種（うち不明種3），計9科37種，イセエビ族セミエビ科1種となっている．油谷湾の出現種類数は各地の調査結果と比較してもかなり多い．例えば油谷湾と同様な調査が行われた志々伎湾[5]（長崎県）の出現種類数は，クルマエビ族13種，コエビ族12種，計25種である．池末[6] によれば，有明海の出現種類は11科42種，原田[7] による中海のそれは8科34種，また坂本[8] の報告による大阪湾では7科27種，坂本・林[9] による紀伊水道調査では7科37種，さらに安田ら[10] によれば笠岡湾（岡山県）で

8科29種，そして前川[11]による小郡湾（山口県）のそれは8科31種である．油谷湾の出現種が多いのは系統的な調査が数年間連続的に行われたことや，カバーネット装着による採集効率等の影響が大きいと思われるが，同時に油谷湾のエビ類の群集構造がかなり複雑であることを反映していると思われる．タイ類特研が行われた調査水域は本来油谷湾と規定されている湾のほぼ中央部から奥部，すなわち粟野川河口と俵島の内側の線を結んだ位置から東の湾奥部に限られている．したがって湾中央から湾口にかけての外洋水の影響の強い水域には外洋性の強い種が棲息する可能性があり，また湾内には調査の及ばない岩礁域もあるので，実際にはもっと種類数が増える可能性がある．地理的に近い内海側の小郡湾と出現種を比較すると大部分が両湾に共に棲息する種であり，小郡湾でみられて油谷湾に現われていないものは，シバエビ，ヘラモエビ，トゲエビジャコ等数種にすぎない．

カニ類

今回の調査で確認できたカニ類の種名，および月別出現状況を表2に示す．出現種類数の合計は57種で，その内訳は以下のとおりである．

尖口亜区：ヘイケガニ科2種，コブシガニ科9種（うち不明種1），キンセンガニ科1種，計3科12種，カイカムリ亜区：1科2種，尖頭亜区：ヤワラガニ科2種，クモガニ科8種，ヒシガニ科1種，計3科11種，ヒゲガニ亜区：ヒゲガニ科2種，方頭亜区：ワタリガニ科12種，オウギガニ科5種，エンコウガニ科3種，カクレガニ科3種，スナガニ科2種，カワガニ科5種，計6科30種．

油谷湾に出現するカニ類の種類数や，その特徴を比較し得る他の地域の調査報告に乏しいが，1962年の原田[7]の報告によれば，中海のカニ類出現種は11科21種記録されている．このうち油谷湾に棲息するのは11種である．また林[12]は大阪湾のカニ類のリストを報告しているが，出現種類数を12科27種あげている．大阪湾にも油谷湾にも共に棲息する種は21種と多く，総体的にみると油谷湾のカニ類相は中海より大阪湾に類似する．種類数はこれらの湾より大幅に多いが，エビ類同様に調査の精度と共に，油谷湾の生物相が相当豊富であることを示唆している．

2．季節別出現状況とその特徴

エビ類

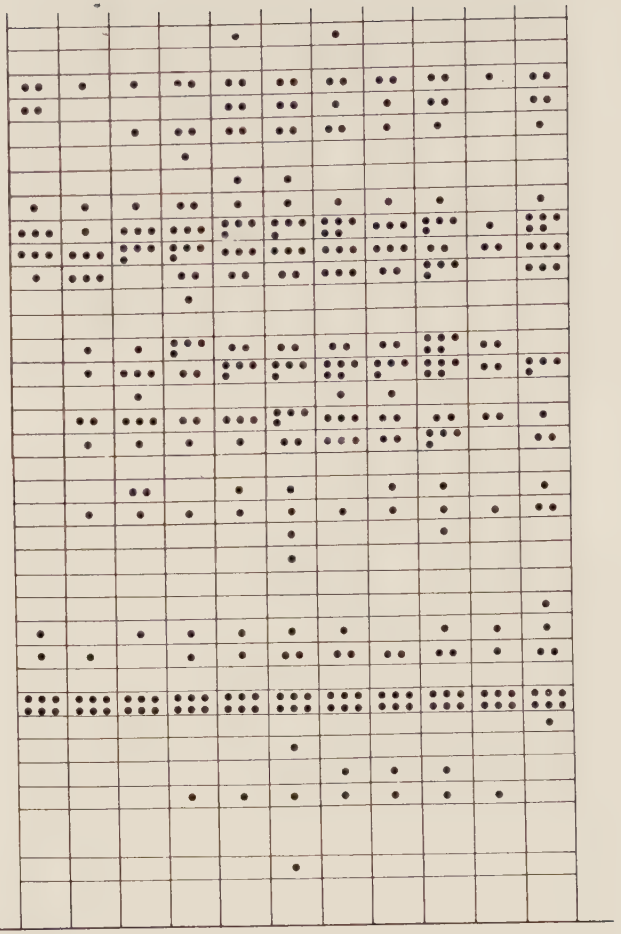
1976年11月から1977年10月までの1年間の月別（旬別）出現種類数，総個体数，総重量等を一括して表3に示した．エビ類の出現種類数は，年間を通じてみるとあまり変化がなく，25～37種の範囲にあるが，冬春季と比較して夏秋季に増加する．出現個体数も種類数に対応して夏秋季に増加し，そのピークは6月と10月を中心に2回みられる．6月のピークは湾内最優占種のエビジャコの春生れ稚エビ群と，5～7月にかけて現われるサルエビ，スベスベエビ，アカエビ，トラエビ等によるものである．また10月のピークは主に8月下旬頃から始まる多くのクルマエビ科の稚エビ群の加入を反映している．これらの稚エビは上記のサルエビ，スベスベエビ，アカエビ，トラエビで，この他 *Metapenaeopsis dura*，キシエビ，イシエビ等である．またヤマトモエビの稚エビ，ローソクエビ科数種の抱卵群もこの時期が出現盛期となる．重量組成でみてもピークの時期は変らないが，前記エビ類の中で6月も9～10月も最も重量増加に寄与するのはサルエビとトラエビである．秋季にはさらに成長した大型エビ類であるクルマエビ，クマエビ等の重量も反映する．冬季は多くのクルマエビ科の種がやや沖合に移動するのと，藻場性の小エビ類の多くが姿を消すために個体数，重量ともに低下し，3月が最低となる．湾内水温は2月～3月が最低となるが，エビ類の動きもこれに対応しているものと思われ，水温が上昇する5月以降急速に個体数が増加する．

次に1976年11月から1977年10月の間の季節別，種類別個体数を個体数順に表4に示した．個体数でみると各季節ともエビジャコが常に卓越し，全体に占めるその比率は春季82%，夏季85%，秋季62%，冬季70%，年間を通してみると76%に達する．上位10番目までにクルマエビ科のアカエビ，トラエビ，キシエビ，サルエビおよびスベスベエビが何れの季節にも含まれており，油谷湾のエビ類群集内に占めるこれらクルマエビ科に属する小型エビ類の地位の高さを示している．上記5種のうちではトラエビが最も多く，次いでサルエビ，スベスベエビ，キシエビ，アカエビの順である．しかし出現個体数には年変動があり，年によってはサルエビがトラエビを凌ぐ．これら5種の合計個体数の全体に占める比率は季別（春～冬）にそれぞれ12%，8%，29%，18%であった．アカエビ属では他に *Met-*

表1. 油谷湾のエビ類出現種と月別出現状況

綱・目・科・種名		月別出現個体数の指標										
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
甲殻綱	CRUSTACEA											
十脚目	DECAPODA											
十脚亜目	MACRURA											
クルマエビ族	PENAEIDEA											
サクラエビ科	SERGESTIDAE											
アキアミ	*Acetes japonicus* KISHINOUYE								•	•	•	
ユメエビ科	LUCIFERIDAE											
	Lucifer intermedius HANSEN								•••	•••	•••	
	L. hanseni NOBILI								•••	•••	•••	
クルマエビ科	PENAEIDAE											
クルマエビ	*Penaeus japonicus* BATE	•	•	•	••	••	••	••	••	••	••	•
フトミゾエビ	*P. latisulcatus* KISHINOUYE		••		••	••	••	••	••	•	•	•
クマエビ	*P. semisulcatus* DE HAAN			••	•	•	•	•	•••	•••	••	
モエビ	*Metapenaeus burkenroadi* KUBO							••	••	•	•	
トサエビ	*M. intermedius* (KISHINOUYE)					•						
ヨシエビ	*M. ensis* (DE HAAN)	•		•	••	••	••	••	••	••	••	•
サルエビ	*Trachypenaeus curvirostris* (STIMPSON)	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
マイマイエビ	*Atypopenaeus stenodactylus* (STIMPSON)							•	•	••		
スベスベエビ	*Parapenaeopsis tenella* (BATE)	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
アカエビ	*Metapenaeopsis barbata* (DE HAAN)	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
トラエビ	*M. acclivis* (RATHBUN)	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
キシエビ	*M. dalei* (RATHBUN)	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
ホッコクエビ	*M. lamellata* (DE HAAN)				•		•		•	•	•	•
	M. dura KUBO	•	•		••	•	••	•••	•••	•••	•••	••
	M. coniger (WOOD-MASON)					•						
イシエビ	*Sicyonia cristata* DE HAAN	••	•	•	••	••	•••	••	•••	•••	•••	•••
	S. inflexa (KUBO)					•						
	S. bispinosa DE HAAN							•				
	Solenocera brevipes KUBO				•	•	••	•		•		
コエビ族	CARIDEA											
タラバエビ科	PANDALIDAE											
クラゲエビ	*Chlorotocella gracilis* BALSS					•			•	•		•
イズミエビ	*Plesionika izumiae* OMORI	•	•		•	•	•	•	•	•		•
オキエビ科	PASIPHAEIDAE											
カドソコシラエビ	*Leptochela pugnax* MAN	•			•	•	•	•	••	•••	•	•
ソコシラエビ	*L. gracilis* STIMPSON	•	••		•	•	•	•	•	•	•	••
テッポウエビ科	ALPHEIDAE											
テッポウエビ	*Alpheus brevicristatus* DE HAAN	••	••	•••	•••	••	••	•••	••	•••	•	••
オニテッポウエビ	*A. distinguendus* (DE HAAN)	•	•	•	•••	••	•••	•••	••	•••	•••	•
テナガテッポウエビ	*A. japonicus* MIERS											
セジロムラサキエビ	*Athanus japonicus* KUBO		•		••	•	•	•	••	•		
	Salmoneus sp.									•		

ツノメエビ科	OGYRIDIDAE
モヨウツノメ	*Ogyrides striaticauda* KEMP
モエビ科	HIPPOLYTIDAE
アシナガモエビ	*Heptacarpus rectirostris* (STIMPSON)
ツノモエビ	*H. pandaloides* (STIMPSON)
コシマガリモエビ	*H. geniculatus* (STIMPSON)
	H. camtschaticus (STIMPSON)
	Hippolyte ventricosa H. MILNE EDWARDS
アカシマモエビ	*Lysmata vittata* (STIMPSON)
ホソモエビ	*Latreutes acicularis* ORTMANN
ヒラツノモエビ	*L. planirostris* DE HAAN
ヤマトモエビ	*Eualus leptognathus* (STIMPSON)
	E. bulychevae KOBJAKOVA
ローソクエビ科	PROCESSIDAE
ローソクエビ	*Processa japonica* (DE HAAN)
	P. aequimana (PAULSON)
	P. demorpha HAYASHI
	P. kotiensis (YOKOYA)
	P. sulcata HAYASHI
テナガエビ科	PALAEMONIDAE
スジエビモドキ	*Palaemon serrifer* (STIMPSON)
アシナガスジエビ	*P. ortmanni* RATHBUN
イソスジエビ	*P. pacificus* (STIMPSON)
	Palaemon sp.
サラサエビ科	PHYNCHOCINETIDAE
サラサエビ	*Rhynchocinetes uritai* KUBO
トサカクレエビ	*Periclimenes tosaensis* KUBO
	P. akiensis KUBO
エビジャコ科	CRANGONIDAE
エビジャコ	*Crangon affinis* DE HAAN
	Mesocrangon sp.
	Pontocaris havereri DOFLEIN
	Pontophilus sp. A
	P. sp. B
イセエビ族	PALINURA
セミエビ科	SCYLLARIDAE
ウチワエビ	*Ibacus ciliatus* (V.SIEBOLD)

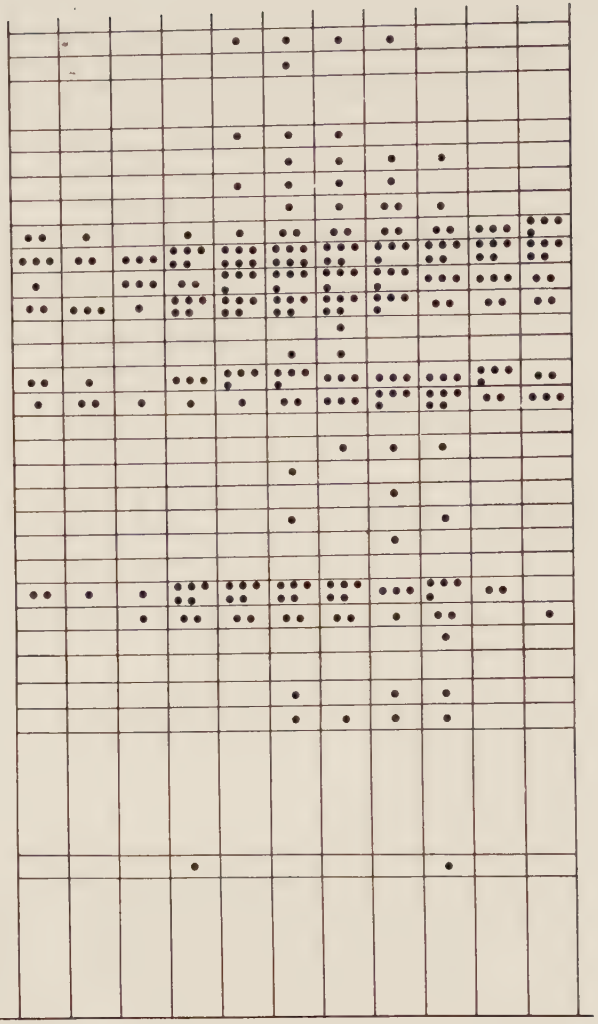


● < 5　●● 6～29　●●● 30～99　●●● 100～299　●●● 300～999　●●● >1 000

表2. 油谷湾のカニ類出現種と月別出現状況

綱・目・科・種名		月別出現個体数の指標										
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
甲殻綱	CRUSTACEA											
十脚目	DECAPODA											
短尾区	BRACHYURA											
尖口亜区	OXYSTOMATA											
ヘイケガニ科	DORIPPIDAE	•	•	•	•	••	••	•••	•••	•••		
キメンガニ	*Dorippe frascone* (HERBST)				•	•	••	••	•	••		
サメハダヘイケガニ	*Paradorippe granulata* (DE HAAN)											
コブシガニ科	LEUCOSIDAE				•	•	••	••	••	••		
ジュウイチトゲコブシ	*Arcania undecimspinosa* DE HAAN								•			
ヒメトゲコブシ	*A. globata* STIMPSON					•						
ナナトゲコブシ	*A. heptacantha* (DE HAAN)						•	•	•			
ツノナガコブシ	*Leucosia anatum* (HERBST)						•	•	•		•	
コブシガニ	*L. obtusifrons* DE HAAN						•		•	•	•	
ヒシガタコブシ	*L. rhomboidalis* DE HAAN						•	•	•	•	•	
タテジマコブシ	*L. craniolaris* (LINNAEUS)											
テナガコブシ	*Myra fugax* (FABRICIUS)						•	•	•	•	•	
	Philyra sp.							•	•			
カラッパ科	CALAPPIDAE											
キンセンガニ	*Matuta lunaris* (FORSKÅL)						•					
カイカムリ亜区	DROMIACEA											
カイカムリ科	DROMIIDAE							•	•			
ヒラコウカイカムリ	*Conchoecetes artificiosus* (FABRICIUS)						•					
カイカムリ	*Dromia dehaani* RATHBUN											
尖頭亜区	OXYRHYNCHA											
ヤワラガニ科	HYMENOSOMATIDAE	•	•	•	••	•	••	••	••	••	•	•
ソバガラガニ	*Trigonoplax unguiformis* (DE HAAN)							•				
ヤワラガニ	*Rhynchoplax messor* STIMPSON											
クモガニ科	MAJIDAE					•	•	•••	••	•••		
マメツブガニ	*Paratymolus pubescens* MIERS						•	•	•	•		•
クモガニ	*Oncinopus araneus* DE HAAN					•	••	•				
イッカククモガニ	*Pyromaia tuberculata* LOCKINGTON								•			
コシマガニ	*Leptomithrax edwardsi* (DE HAAN)	•				•	•	•	•	•		•
ツノガニ	*Hyastenus diacanthus* (DE HAAN)						•	•		•		
ワタクズガニ	*Micippa thalia* (HERBST)				•	•		•				
ヤハズモガニ	*Pugettia incisa* (DE HAAN)						•					
ヨツハモガニ	*Pugettia quadridens quadridens* (DE HAAN)											
ヒシガニ科	PARTHENOPIDAE						••	•	••	•		
ヒシガニ	*Parthenope validus* DE HAAN											
ヒゲガニ亜区	CORYSTOIDEA											

ヒゲガニ科	CORYSTIDAE
タマヒゲガニ	*Gomeza bicornis* GRAY
ヒゲガニ	*Jonas distincta* (DE HAAN)
方頭亜区	BRACHYRHYNCHA
ワタリガニ科	PORTUNIDAE
シワガザミ	*Macropipus corrugatus* (PENNANT)
ガザミ	*Portunus trituberculatus* (MIERS)
タイワンガザミ	*P. pelagicus* (LINNAEUS)
ジャノメガザミ	*P. sanguinolentus* (HERBST)
イボガザミ	*P. gladiator* FABRICIUS
ヒメガザミ	*P. hastatoides* (FABRICIUS)
イシガニ	*Charybdis japonica* (A. MILNE EDWARDS)
フタホシイシガニ	*C. bimaculata* (MIERS)
アカイシガニ	*C. miles* DE HAAN
カワリイシガニ	*C. variegata* (FABRICIUS)
ヒロハイシガニ	*C. truncata* (FABRICIUS)
フタハベニツケガニ	*Thalamita sima* H. MILNE EDWARDS
オウギガニ科	XANTHIDAE
ウロコオウギガニ	*Demania scaberrima* (WALKER)
オキナガニ	*Heteropilumnus ciliatus* (STIMPSON)
スエヒロイボテガニ	*Actumnus setifer* (DE HAAN)
ドロイシガニ	*Zalasius dromiaeformis* (DE HAAN)
ヒメケブカガニ	*Pilumnus minutus* DE HAAN
エンコウガニ科	GONEPLACIDAE
ケブカエンコウガニ	*Carcinoplax vestita* (DE HAAN)
マルバガニ	*Eucrate crenata* DE HAAN
ムツアシガニ	*Hexapus sexpes* (FABRICIUS)
カクレガニ科	PINNOTHERIDAE
ヨコナガモドキ	*Asthenognathus inaequipes* STIMPSON
オオヨコナガピンノ	*Tritodynamia rathbuni* SHEN
カギツメピンノ	*Pinnotheres pholadis* DE HAAN
スナガニ科	OGYPODIDAE
ヤマトオサガニ	*Macrophthalmus japonicus* DE HAAN
チゴガニ	*Ilyoplax pusillus* (DE HAAN)
イワガニ科	GRAPSIDAE
スネナガイソガニ	*Hemigrapsus longitarsis* (MIERS)
アカテガニ	*Sesarma haematocheir* (DE HAAN)
クロベンケイガニ	*S. dehaani* (H. MILNE EDWARDS)
フタバカクガニ	*S. bidens* (DE HAAN)
アシハラガニ	*Helice tridens tridens* DE HAAN



● < 5　●● 6～19　●●● 20～49　50～99　100～299　>300

表 3. エビ類の月別・旬別出現種類数，総個体数，平均個体数

年 月 旬	出現種類数	総個体数	定点数	一定点平均個体数	一定点平均個体数(エビジャコを除く)	総重量	一定点平均重量
1976 11 上	27	4548	14	324	180	4499 g	321 g
12 中	32	7555	14	540	202	3334	238
1977 2 上	25	5297	14	378	69	2937	210
3 中	28	2541	14	182	41	1801	129
5 下	27	7847	12	654	111	3048	254
6 上	29	20347	14	1454	126	5755	411
6 下	27	23705	11	2156	193	4738	431
7 上	29	11065	13	852	122	4966	382
7 下	26	15763	11	1434	98	4135	376
8 上	32	6350	14	454	102	2732	195
8 下	32	15479	12	1291	515	3153	268
9 上	35	13343	14	1056	366	3646	260
9 下	27	14085	14	1006	409	6024	430
10 中	37	23692	14	1692	689	7985	570

apenaeopsis dura が夏季から秋季にかけてかなり出現する．小エビ族はほとんどが内湾性の種類で占められるが，全季節を通して出現の多いものはエビジャコの他はホソモエビ，ローソクエビ科の *Processa aequimana* であり，他にヒラツノモエビ，ヤマトモエビも比較的多い．夏季から秋季にかけてはローソクエビ科の *Processa japonica, P. sulcata, P. kotiensis* の出現数も増加する．油谷湾のエビ類群集は季節によって種類数，個体数に変化がみられるが，その群集構造が季節によってどう変化するかを Simpson の多様度指数で比較してみた．Simpson の多様度指数は，$D_1 = 1 - \sum_j \frac{N_j(N_j-1)}{N(N-1)}$，($N_j$……$_j$ 番目の種の個体数，N……群集の総個体数) の式で示される．指数は表2の下欄に示した．この指数は数値が大きければ独占的な種に属する個体が少なく，群集が複雑であるとされ，逆の場合は単純な群集とされる．指数は夏季が最も低く秋季に最も高くなる．夏季の指数低下はエビジャコの春季発生群の加入を反映しており，秋季に高いのは多くのクルマエビ科および小エビ族の新世代の加入によって，エビジャコの優占度が低下することに起因している．したがって，指数でみるとエビ類は秋季に最も複雑な群集構造をもち冬季から夏季にかけて次第に単純化する．しかし周年桁ちがいに個体数の多いエビジャコの発生量は年によってかなり変動があり，それが指数に大きく影響するので，指数の解釈には限界がある．しかしこの指数は油谷湾のエビ類群集の構造についての目安を与えるものと思われる．安田[10]は瀬戸内海のエビ類について，内海中央より沿岸に近い水域で優占する種ほど内湾性が高いとみなし，内湾性の高いものから順に，エビジャコ，アカエビ，スベスベエビ，テナガテッポウエビ，トラエビとした．油谷湾ではエビジャコが最優占種であり，またアカエビ，スベスベエビ，トラエビが優占種の一角を占めているなど内海との共通点が多く，安田の基準に照らせば，油谷湾は内湾度の強い湾といえよう．しかし反面準外洋種[10]とされるキシエビは優占度が高く，また同じく準外洋性のイズミエビ，*Metapenaeopsis coniger*, *Solenocera brevipes* 等が，外洋水の影響の強い湾口付近に限られてはいるが，出現する．これは油谷湾が対馬暖流域の日本海に直接開口していることと関連しているものと思われ，エビ類相が内湾性種に限られている内海側の湾，例えば大阪湾，笠岡湾，小郡湾などとはかなり性格の異なった側面をもっていることを示している．

カニ類

月別出現種類数，総個体数，総重量等を一括して，表5に示した．カニ類はエビ類より出現種類数の季節変動が激しく，3月の僅か8種に対して8月下旬28種と3倍強のひらきがある．年間を通してその動きをみると，3月を最低にしてそれ以後夏にかけて種類数が増加し，8月下旬をピークに次第に減少する．個体数でみると6月上旬および7月上旬の値が高く，ともに下旬が低くなっているがその理由はわからない．6月

表 4. 季節別エビ類出現種の個体数と順位

春季 3～5月			夏季 6～8月			秋季 9～11月			冬季 12～2月		
順位	種名	個体数	順位	種名	個体数	順位	種名	個体数	順位	種名	個体数
1	エビジャコ	8482	1	エビジャコ	78618	1	エビジャコ	34098	1	エビジャコ	9053
2	トラエビ	436	2	サルエビ	2594	2	トラエビ	7009	2	トラエビ	1177
3	キシエビ	390	3	*Processa aequimana*	2060	3	サルエビ	6419	3	ホソモエビ	762
4	アカエビ	196	4	ホソモエビ	1871	4	*Processa aequimana*	1776	4	スベスベエビ	435
5	ヒラツノモエビ	159	5	スベスベエビ	1621				5	キシエビ	333
6	スベスベエビ	135	6	トラエビ	1575	5	キシエビ	898	6	アカエビ	207
7	テッポウエビ	127	7	アカエビ	753	6	スベスベエビ	887	7	サルエビ	179
8	サルエビ	107	8	ヒラツノモエビ	591	7	*Metapenaeopsis dura*	847	8	イシエビ	162
9	ホソモエビ	85	9	*Processa kotiensis*	571	8	ホソモエビ	611	9	*Processa aequimana*	134
10	ヤマトモエビ	72	10	キシエビ	479	9	アカエビ	565	10	ヤマトモエビ	92
11	アシナガモエビ	35	11	ヤマトモエビ	292	10	ヤマトモエビ	304	11	ヒラツノモエビ	83
12	オニテッポウエビ	24	12	*Metapenaeopsis dura*	213	11	ローソクエビ	247	12	テッポウエビ	35
12	*Processa aequimana*	24	13	テッポウエビ	202	12	*Processa sulcata*	243	13	アシナガモエビ	31
13	*Metapenaeopsis dura*	20	14	アシナガモエビ	195	13	カドソコシラエビ	237	14	アシナガスジエビ	30
14	イシエビ	17	15	*Processa sulcata*	183	14	*Metapenaeopsis* spp.	172	15	*Metapenaeopsis dura*	26
15	クマエビ	13	16	イシエビ	151	15	ヒラツノモエビ	138	16	ソコシラエビ	23
16	コシマガリモエビ	12	17	ローソクエビ	132	16	イシエビ	129	17	*Periclimenes akiensis*	21
17	ソコシラエビ	9	18	*Metapenaeopsiss* spp.	128	17	テッポウエビ	118	18	ツノモエビ	14
17	*Processa kotiensis*	9	18	オニテッポウエビ	128	18	クマエビ	117	19	オニテッポウエビ	8
18	*Periclimenes akiensis*	7	19	コシマガリモエビ	88	19	クルマエビ	70	20	アカシマモエビ	7
19	イズミエビ	6	20	クルマエビ	56	20	*Processa kotiensis*	69	21	*Processa sulcata*	6
19	セジロムラサキエビ	6	21	フトミゾエビ	46	21	オニテッポウエビ	64	22	トサカクレエビ	5
19	アカシマモエビ	6	22	ツノモエビ	44	22	アシナガモエビ	47	22	コシマガリモエビ	5
20	フトミゾエビ	5	23	ヨシエビ	43	23	*Periclimenes akiensis*	40	22	イズミエビ	5
21	マイマイエビ	3	24	モエビ	37	24	ツノモエビ	30	23	クルマエビ	4
21	ローソクエビ	3	25	*Periclimenes akiensis*	23	25	フトミゾエビ	27	23	フトミゾエビ	4
22	クルマエビ	2	26	イズミエビ	19	26	ヨシエビ	26	24	ヨシエビ	2
23	ヨシエビ	1	27	クマエビ	10	27	セジロムラサキエビ	22	24	マイマイエビ	2
23	ホッコクエビ	1	27	カドソコシラエビ	10	28	コシマガリモエビ	16	24	カドソコシラエビ	2
23	*Solenocera brevipes*	1	28	ソコシラエビ	9	29	モエビ	13	24	*Processa kotiensis*	2
23	*Processa sulcata*	1	28	セジロムラサキエビ	9	30	アカシマモエビ	12	25	ホツコクエビ	1
23	アシナガスジエビ	1	29	*Solenocera brevipes*	5	31	イズミエビ	9	25	クラゲエビ	1
23	*Pontophilus* sp.	1	30	*Hippolyte ventricosa*	4	31	ソコシラエビ	9	25	テナガテッポウエビ	1
			30	*Pontophilus* spp.	4	31	スジエビモドキ	9	25	スジエビモドキ	1
			31	マイマイエビ	3	32	*Pontophilus* spp.	8	25	*Pontophilus* sp.	1
			32	クラゲエビ	2	33	トサカクレエビ	4	25	サラサエビ	1
			32	テナガテッポウエビ	2	34	アシナガスジエビ	3			
			32	モヨウツノメ	2	35	マイマイエビ	2			
			32	アカシマモエビ	2	35	クラゲエビ	2			
			33	ホッコクエビ	1	35	テナガテッポウエビ	2			
			33	スジエビモドキ	1	36	*Salmoneus* sp.	1			
			33	*Sicyonia bispinosa*	1						
多様度指数	0.33			0.28			0.59			0.49	

表 5. カニ類の月別，旬別出現種類数，総個体数，平均個体数

年 月 旬	出現種類数	総個体数	定点数	一定点平均個体数	総重量	一定点平均重量
					g	g
1976 11 上	11	266	14	19	1762	126
12 中	11	268	14	19	540	39
1977 2 上	11	69	14	5	142	10
3 中	8	49	14	4	96	7
5 下	9	466	12	39	1219	102
6 上	8	1329	14	95	4372	312
6 下	11	478	11	43	2402	218
7 上	19	1148	13	88	5599	431
7 下	25	460	11	42	3211	292
8 上	21	862	14	62	5820	416
8 下	28	857	12	71	3612	301
9 上	26	788	14	56	5843	417
9 下	17	404	14	29	3681	263
10 中	22	855	14	61	4135	295

上旬は総個体数の約半数がフタホシイシガニに，7月上旬も半数近くはヒメガザミであり，これら優占種の湾内における旬単位の分布，移動状態によっては出現数量が大きく変動する可能性がある．しかし月単位にまとめてみると，6月～8月の期間の総個体数は各月共800個体台，一定点平均個体数でみても，60個体台となってほぼ等しい水準にあった．10月の855個体の約60%はヒメガザミで占められている．重量組成からこれらの動きをみると，月平均では5月から上昇し，7月から10月まで 4,000g 台で量的な平衡状態がみられた．夏季から秋季にかけてカニ類の重量組成に最も大きく影響するのはイシガニで，その年間に占める比率は40%弱にあたる．次いでフタホシイシガニの20%，ヒメガザミの10%となり，これら3種が占める重量の年間の合計比率は70%に達する．

次に1976年11月～1977年10月に至る1年間のカニ類の季節別，種類別個体数を個体数順に配列して表6に示した．季節間の出現種類数の差が大きく，夏季は冬～春季の3倍に近い．季節別に優占種をみると秋～冬季はヒメガザミ，春から夏季にかけてはフタホシイシガニとなっている．個体数順位の上位5種についてみると，四季を通じて3～5位までワタリガニ科の小型種で占められる．すなわち春季がフタホシイシガニ，ヒメガザミ，ヒロハイシガニ，フタハベニツケガニの4種，夏季はフタホシイシガニ，ヒメガザミ，イシガニの3種，秋季は夏季の3種にフタハベニツケガニが加って4種，そして冬季はヒメガザミ，イボガザミ，ヒロハイシガニ，フタホシイシガニ，フタハベニツケガニと上位5位を独占する．このように油谷湾ではワタリガニ科の小型種が優占的な位置にある．ワタリガニ科以外では春季から夏季にかけてケブカエンコウガニ，夏季には藻場性のマメツブガニ，秋季にはキメンガニのやや小型のものが，それぞれ一時的にワタリガニ科の順位に割り込む．しかしカニ類も種ごとの年変動が激しく，1976年の例ではフタホシイシガニが少なく，ヒロハイシガニと同水準にあった．有用種であるガザミ，タイワンガザミ，ジャノメガザミなどの大型のカニの出現数は調査水域内の底びき網では極めて少数であった．中型種であるイシガニの個体数は四季を通じて4位から6位に，重量では前述したように第1位にある．一科として出現種9種をもつコブシガニ科は全体に小数種に属するが，ジュウチトゲコブシは夏季から秋季にかけて比較的多い．カニ類群集構造が季節によってどのように変化するかについて，先にエビで用いた Simpson の多様度指数を用いて比較を行った(表4の下欄)．カニ類群集にはエビ類のエビジャコに相当するとび抜けて個体数の多い種がないため，指数は全体的にエビ類より高くなっているが，指数の動きは春季を最低に以後上昇し，秋季にピークとなって再び下降する．レベルとしては冬季と春季，夏季と秋季がそれぞれ近似し，カニ類の群集的性格が冬～春季の単純群集と夏～秋季の複雑群集に分かれる傾向を

表 6. 季節別カニ類出現種の個体数と順位

春季 3～5月			夏季 6～8月			秋季 9～11月			冬季 12～2月		
順位	種名	個体数	順位	種名	個体数	順位	種名	個体数	順位	種名	個体数
1	フタホシイシガニ	307	1	フタホシイシガニ	1802	1	ヒメガザミ	878	1	ヒメガザミ	194
2	ヒメガザミ	112	2	ヒメガザミ	1549	2	フタハベニツケガニ	338	2	イボガザミ	72
3	ケブカエンコウガニ	62	3	ケブカエンコウガニ	658	3	キメンガニ	274	3	フタハベニツケガニ	22
4	ソバガラガニ	11	4	マメツブガニ	394	4	フタホシイシガニ	167	4	フタホシイシガニ	17
5	ヒロハイシガニ	6	5	イシガニ	203	5	イシガニ	155	5	ヒロハイシガニ	14
5	フタハベニツケガニ	6	6	フタハベニツケガニ	140	6	ヒロハイシガニ	97	6	イシガニ	6
6	マルバガニ	2	7	ヒロハイシガニ	58	7	マメツブガニ	96	7	ケブカエンコウガニ	4
6	イシガニ	2	8	ソバガラガニ	50	8	ケブカエンコウガニ	88	7	ソバガラガニ	4
6	イボガザミ	2	9	ジュウイチトゲコブシ	37	9	イボガザミ	86	8	ツノガニ	2
6	スネナガイソガニ	2	10	イボガザミ	33	10	ジュウイチトゲコブシ	66	8	キメンガニ	2
7	ヤハズモガニ	1	11	サメハダヘイケガニ	27	11	ソバガラガニ	42	9	マルバガニ	1
7	キメンガニ	1	12	イッカククモガニ	23	12	サメハダヘイケガニ	32	9	クモガニ	1
			13	ジャノメガザミ	13	13	ジャノメガザミ	22			
			13	クモガニ	13	14	テナガコブシ	17			
			14	ツノガニ	9	15	ヒシガニ	15			
			15	ヒシガニ	8	16	マルバガニ	14			
			16	テナガコブシ	7	17	ツノガニ	7			
			17	タマヒゲガニ	6	18	ウロコオウギガニ	6			
			17	マメコブシガニ属	6	18	クモガニ	6			
			18	ワタクズガニ	5	19	ヨコナガモドキ	4			
			19	シワガザミ	4	19	コブシガニ	4			
			19	スネナガイソガニ	4	20	オオヨコナガピンノ	3			
			20	オオヨコナガピンノ	3	20	ツノナガコブシ	3			
			20	マルバガニ	3	20	スネナガイソガニ	3			
			20	カワリイシガニ	3	21	タマヒゲガニ	2			
			20	ガザミ	3	21	ヒシガタコブシ	2			
			20	ヤハズモガニ	3	22	フジナマコガニ	1			
			21	ツノナガコブシ	2	22	スエヒロイボテガニ	1			
			22	カイカムリ	1	22	ヒメトゲコブシ	1			
			22	ナナトゲコブシ	1						
			22	ヒシガタコブシ	1						
			22	コブシガニ	1						
			22	キメンガニ	1						
多様度指数	0.58			0.75			0.82			0.62	

示すが，これはおそらく泥や岩の下に潜ったりひそんだりして季節の変化に対応するカニ類の生活型を大きく反映しているものと考えられる．

3. 出現時期による類別

エビ類

油谷湾に出現する60種におよぶエビ類は産卵場，発育場，索餌場などそれぞれの生活の必要に応じて湾を利用する．種を湾の利用形態から類別し，整理することは群集構造の把握をたすけ，また水域指標種を抽出することによって，湾の構造と性格を生物の側から明らかにすることができる．菊池[13]は富岡湾の藻場を利用する魚類相を利用形態によって類別する際，出現時期別に周年定住種，季節定住種，一時的来遊種，偶来

種に分け，さらにそれを棲み場ごとに区分して整理している．油谷湾のエビ類を菊池を参考にして出現時期別に整理すると，周年出現種，季節的出現種，偶来種の3つに類別できる．周年出現種には湾内で生涯をすごす種と，発育段階のいずれかが周年湾内で生活する種とがある．前者は主にコエビ族に属する種で，湾内で再生産を行う．森[14]は油谷湾の魚類を利用形態面から整理する際，このように湾内でその生活環が完結するものを〝定住者〟と定義しているが，エビ類を森[14]に従って類別すると周年出現種のうちの前記のような生活型の種が〝定住種〟にあたる．後者は主にクルマエビ族に属するが，油谷湾のこれらのエビ類に関する資料は整理中であって，生態に関する正確な知見がまとまっていない．しかし既往の多くの報告[6,10,11,15,16]によると，クルマエビ族のほとんどは湾内産卵は行わず，湾外ないし，外洋水の影響の強い沿岸域で産卵するとされている．湾外で発生した幼生は湾内にはこばれて成長するが，多くは1年生で湾内で成熟する種も多く，それらがやがて産卵のために湾外へ出る．森[14]はいずれかの発育段階で，多少とも定期的に，あるいは周年湾を利用するが湾内で生活環が完結しないものを〝部分定住者〟と定義したが，ここでも周年出現種のうちの後者に属するエビ類を〝部分定住種〟とした．季節的出現種については，整理して春～秋季型，夏～秋季型に分類した．最終的には，これをさらに棲み場ごとに類別する必要があるが，そのためには種別の湾内分布にふれなければならないので，いずれ稿を改めて解析することにしたい．上記のようにして種を類別したものを表7に示した．周年出現種は全出現種の半数にあたる30種に達する．産業的重要種の多いクルマエビ科19種のうち，クルマエビ，ヨシエビを含む10種が周年出現し，コエビ族は37種のうち20種が周年出現する．

カニ類

カニ類は希少種を除くとほとんどが湾内で再生産を行うようであるが，エビ類に比較して周年出現種が少なく，出現期間の短いものが多い．また，カニ類はイボガザミ，フタホシイシガニ，ヒロハイシガニ，イシガニ，ケブカエンコウガニ等の数種を除けば，出現個体数が極端に少ない．その生態についてのこまかい調査はないが，一般的には岩礁域や岩の下，潮間帯，藻の根方，泥の下など棲み場は多様で，エビ類より生活型が多様なものと考えられる．したがって，例えば冬季に出現しない種の多くが越冬のために湾外に移動したり，あるいは個体の多くが死亡したりすることばかりでなく，湾内の採集の及ばない場所にひそんで時期を待つという生活によって実際は湾内で生活環を完結するものが多いのかもしれない．しかし生態についての調査が進んでいない段階でもあり，カニ類については表2に示したものを整理する形で出現期別に種を類別して表8に示した．周年出現種は10種あり，このう

表7. エビ類の出現期による類別

周年出現種	定住性	カドソコシラエビ・ソコシラエビ・テッポウエビ・テナガテッポウエビ・オニテッポウエビ・セジロムラサキエビ・アシナガモエビ・アカシマモエビ・ホソモエビ・ヒラツノモエビ・ヤマトモエビ・ローソクエビ・*Processa aequimana*・*Processa kotiensis*・*Processa sulcata*・トサカクレエビ・*Periclimenes akiensis*・アシナガスジエビ・エビジャコ
	部分定住性	クルマエビ・フトミゾエビ・ヨシエビ・サルエビ・スベスベエビ・アカエビ・トラエビ・キシエビ・*Metapenaeopsis dura*・イシエビ・イズミエビ
季節的出現種	春～秋季型	クマエビ・ホッコクエビ・*Solenocera brevipes*・コシマガリモエビ・スジエビモドキ・*Pontophilus* sp. (B Tipe)
	夏～秋季型	アキアミ・*Lucifer intermedius*・*Lucifer hanseni*・モエビ・マイマイエビ・クラゲエビ・ツノモエビ・モヨウツノメ・*Processa demorpha*・イソスジエビ・*Palaemon* sp.・*Pontophilus* sp. (A Tipe)
偶来種（希少種）		トサエビ・*Metapenaeopsis coniger*・*Sicyonia inflexa*・*Sicyonia bispinosa*・*Salmoneus* sp.・*Heptacarpus camtschaticus*・*Hippolyte ventricosa*・*Eualus ulychebvae*・サラサエビ・*Mesocrangon* sp.・*Pontocaris havereri*・ウチワエビ

表 8.　カニ類の出現期による類別

周年出現種		キメンガニ・ソバガラガニ・ツノガニ・ヒメガザミ・イシガニ・フタホシイシガニ・ヒロハイシガニ・フタハベニツケガニ・ケブカエンコウガニ・イボガザミ
季節的出現種	春〜秋季型	サメハダヘイケガニ・ジュウイチトゲコブシ・マルバガニ
	春〜夏季型	ヤハズモガニ
	夏　季　型	イツカククモガニ・シワガザミ・カワリイシガニ
	夏〜秋季型	ツノナガコブシ・コブシガニ・ヒシガタコブシ・テナガコブシ・マメツブガニ・クモガニ・ワタクズガニ・ヒシガニ・タマヒゲガニ・ガザミ・タイワンガザミ・ジャノメガザミ・ウロコオオギガニ・オオヨコナガピンノ・ヨコナガモドキ
偶　来　種（希少種）		ヒメトゲコブシ・ナナトゲコブシ・タテジマコブシ・*Philyra* sp.・キンセンガニ・ヒラコウカイカムリ・カイカムリ・ヤワラガニ・コシマガニ・ヨツハモガニ・ヒゲガニ・アカイシガニ・オキナガニ・スエヒロイボテガニ・ドロイシガニ・ヒメケブカガニ・ムツアシガニ・カギツメピンノ

ち6種がワタリガニ科のカニである．ワタリガニ科のカニは一般に熱帯性であり，日本では極端に分布の広いガザミを除くと，この科は南下するに従って多い．油谷湾におけるワタリガニ科の優占度が高いのは，対馬暖流系水に強く影響をうける沿岸浅海域内湾であることの指標性を示しているものと推察される．

要　約

油谷湾に出現するエビ・カニ類について，出現種および種組成の季節的変化について考察を行った．

エビ類

1. エビ類の出現種類数は若干の不明種を含めて，合計60種確認された．内訳はクルマエビ族3科で22種，コエビ族9科37種，イセエビ族1科1種である．
2. 出現種類は周年を通じて大きな変化はないが，冬季に少なく，夏季から秋季にかけてやや多い傾向を示し個体数も冬季に少なく夏季から秋季に増加する．
3. 湾内における最優占種はエビジャコで年間を通じて総個体数の70%以上を占める．また，エビジャコに次ぐ優占種はアカエビ，トラエビ，キシエビ，サルエビ，スベスベエビ等のクルマエビ科の小型エビ類で，上記5種の年間出現率は個体数にして15%である．周年出現する種は全出現種の半数の30種であった．
4. 季節の変化によってエビ類の群集構造も変化するが，多様度指数で比較すると秋季に最も複雑な構造となり，その後段階的に変化して夏季に最も単純化する．しかし夏季の指数は最優占種であるエビジャコの動向に大きく左右される．

カニ類

1. カニ類の出現種は合計57種確認された．内訳は尖口亜区3科12種，カイカムリ亜区1科2種，尖頭亜区3科11種，ヒゲガニ亜区1科2種，方頭亜区6科30種である．
2. 出現種類数は夏季から秋季にかけて多く，冬季から春季は少ないが，その季節間の差が大きく，後者は前者の1/3程度である．
3. 優占種はヒメガザミ，次いでフタホシイシガニであるが，周年を通じて個体数順位の上位は上記2種の他にイシガニ，ヒロハイシガニ等ワタリガニ科の小型種で占められる．
4. カニ類の群集構造の季節による変化を多様度指数で検討すると，冬〜春季が単純群集，夏〜秋季が複雑群集となり，季節間の群集構造の変化は明瞭である．

文 献

1) 水産庁 1975：特定地（油谷湾）漁業振興および環境整備基本計画調査報告書. 142-143.
2) 岡田要 1965：新日本動物図鑑（中）. 北隆館，東京.
3) I. Kubo 1949：Studies on penaeids of Japanese and its adjacent waters. *Jour. Imp. Fish. Inst.*, **36**（1），1-467.
4) 酒井恒 1976：日本産蟹類. 講談社，東京.
5) 松宮義晴・今村秀明・岡正雄 1978：志々伎湾のエビ類について. 長崎県生物学会誌,(15),27-29.
6) 池末弥 1963：有明海におけるエビ，アミ類の生活史，生態に関する研究. 西水研研報，(30)，5-13.
7) 原田英司 1962：中海干拓・淡水化事業に伴う魚族生態調査報告. 29-56.
8) 阪本俊雄 1977：その他のエビ類—大阪湾および紀伊水道北部における出現種と大阪湾における分布. 関西国際空港漁業環境影響調査（昭和51年度），265-268，関西国際空港建設計画検討のための漁業環境影響調査委員会.
9) 阪本俊雄・林健一 1977：紀伊水道における小型底曳網漁業のエビ類. 日水誌，**43**(11)，1259-1268.
10) 安田治三郎・篠岡久雄・小林歌男 1957：瀬戸内海のエビ漁業の合理化の研究 II エビの種類，分布，移動並びに組成について. 内水研研報，(10)，28-36.
11) 前川兼佑 1961：瀬戸内海，特に山口県沿岸における漁業の調整管理と資源培養に関する研究，—内湾に出現するエビ類. 山口県内海水試調査研究業績，**11**(1)，170-204.
12) 林凱夫 1974：大阪湾の漁業環境と底生生物相について. 大阪府水試研究，(4)，42-75.
13) T. Kikuchi 1966： An ecological study on animal comminities of the *Zostera marina* belt in Tomioka Bay, Amakusa, Kyushu. *Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab. Kyushu Univ.*, **1**(1)，1-106.
14) 森慶一郎 1977：油谷湾における魚類生産構造解明への試み. 漁業資源研究会議報，(20)，65-76.
15) 安田治三郎 1956：内湾に於ける蝦類の資源生物学的研究（II）各論 各種類の生態に関する研究. 内水研研報，(9)，1-81.
16) 大島泰雄・安田治三郎 1942：モエビ *Penaeopsis affinis*（Miln-Eedwarde）の生態について. 日水誌，**11**(4)，135-145.

西水研研報　第56号．昭和56年３月
Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., No. 56, Mar. 1981

油谷湾における若齢期マダイの成長

小　嶋　喜　久　雄

Growth of the Red Sea Bream (*Pagrus major*) in Young Stages in Yuya Bay, the Japan Sea

Kikuo KOJIMA

Growth of the red sea bream (*Pagrus major*) in young stages was studied in Yuya Bay, facing the Japan Sea. The materials were caught by small beam trawl during the period from 1975 through 1980. The result of the study was summarized as follows:

1) The fish moved into the bay as larvae from late April to late June, showing its peak sometime in May. After staying about one half year, the fish migrated out of the bay in September through October as young fish. There were more than two modes in the length compositions of the fish each year, indicating that there had been fluxes in the inward migration of the fish although it had been continuous as a whole. And each mode was considered to represent a peak in the inward migration respectively. The length composition was different year to year reflecting that the mode of inward migration to be different yearly.

2) It was observed that the growth rate was different among the years, showing the difference of 0.3mm in daily growth between the year of the best growth and the worst. In general, the fish to come earlier grew faster than the fish to come later during the season.

3) The mean length of the fish was different between habitats within the bay. In general, the fishes were larger in shallower waters and in the areas of rich vegitation of *Zostera* bed. This was considered that the larger fish which had come earlier occupied the better habitats first.

4) Within respective habitat, there seemed to be hierarchy between the group of larger fish and the group of smaller fish. In many cases, the larger fish dominated in number over smaller fish and grew faster than the latter.

5) Although slight negative corelations were observed between the density of

昭和56年１月13日受理 (Received January 13, 1981)
西海区水産研究所業績　第387号 (Contributions from the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, No. 387)

distribution and growth rate of the fish within a habitat, the relation was weak enough to suggest that the influence of the density of the distribution on the growth was not critical. It was suggested that overpopulation was avoided by moving of some portion of fish out of the habitat, resulting in the regulation of the density, although the mechanism was not yet fully understood.

はじめに

1975年から'77年までの3ケ年間に亘って，山口県油谷湾をモデル水域として，若齢期タイ類の補給機構に関する研究（以下タイ類特研）が実施され，また引続き1980年まで補完調査が行われた．一方，本研究に先立って既に西海区水研下関支所グループは，1972年より沿岸浅海域における主要漁業資源の補給機構に関する研究を実施しており，マダイ *Pagrus major* 幼稚魚に関する予備的知見を得ていた．この知見をもとに同グループは，油谷湾をモデル水域として，マダイ幼稚魚の補給過程を把握し，さらにその減耗過程とその要因を解明することを目標として，タイ類特研に参加することになった．

筆者はこの課題研究の中でマダイの成長に関する研究を担当し，主に底生生活移行期以後（約30㎜）逸散期（約90㎜）までの成長に関する知見をとりまとめた．まとめるに当って次のような問題整理を行った．そのひとつは，マダイの若齢期の成長に関する研究は，近年積極的に取り組まれている資源培養研究や養殖研究の中で，多くの知見が蓄積されている．しかし，自然海域における資料は案外乏しい．特に，年々の来遊量（補給量）のモニタリングの一要素として，成長に関する記述を先ず的確にしておくことが必要なことと考えた．次いで成長現象はあくまでも生活場所（環境）と密接な関係をもつものであり，生活場所の特性とマダイの分布と成長過程を検討し，成長を通じて場（環境）の条件を浮き彫りにすることを目標においた．

この報告の発表に当り，御校閲をいただいた西海区水産研究所長，佐藤重勝博士に感謝申し上げる．また，西海区水産研究所下関支所，矢野実支所長，第2研究室，花渕信夫室長には指導，助言をいただいた．記して深甚なる謝意を表する．

材料と方法

成長の考察には，1975年から'77年に至るマダイ特研の期間および，'78年，'79年と，一部'80年のいずれも補完調査で得た材料を用いた．この調査に用いたマダイ幼稚仔の採集用具は，稚魚網，船びき網，小型底びき網の3種であるが，本報告は主に着底以後のマダイ幼魚期に重点をおいたので，小型底びき網で得た資料を用いた．小型底びき網は，張竹約8m，目合は約22㎜（一部18㎜）を用いており，えい網は水深2m付近から湾内最深部まで行うことができる．森[1]，花渕[2]によれば，マダイは湾内に来遊後，次第に浅所に移動し，主に10m以浅の水域で幼魚期を過ごしながら成長する．底びき網は，このような幼魚期マダイの生活領域のうち，岩礁域や藻場内などを除いてほぼカバーし得る漁法であり，また夜間操業が可能なこと，えい網方向が自由なことなど，マダイ採集に有効な漁法である．調査時のえい網に際しては，魚捕部に目合2.5㎜のクレモナのもじ網カバーネットを装着し，10分間えい網を行った．調査は，1975年から'78年にはマダイ幼稚魚が底びき網に入り始める5月下旬から開始し，群の主体が湾外へ去る9月下旬までは，各月とも上旬と下旬に各1回，10月以降12月までは，各月共上旬ないしは中旬に1回ずつ実施した．但し，1978年は9月下旬で打ち切り，1979年は7月上旬から8月下旬の期間，1980年は7月上旬から9月上旬に調査を実施した．調査定点は，基本定点14点（T-1～T-14），補助定点12点（T-15～T-26）を設定し，通常のえい網

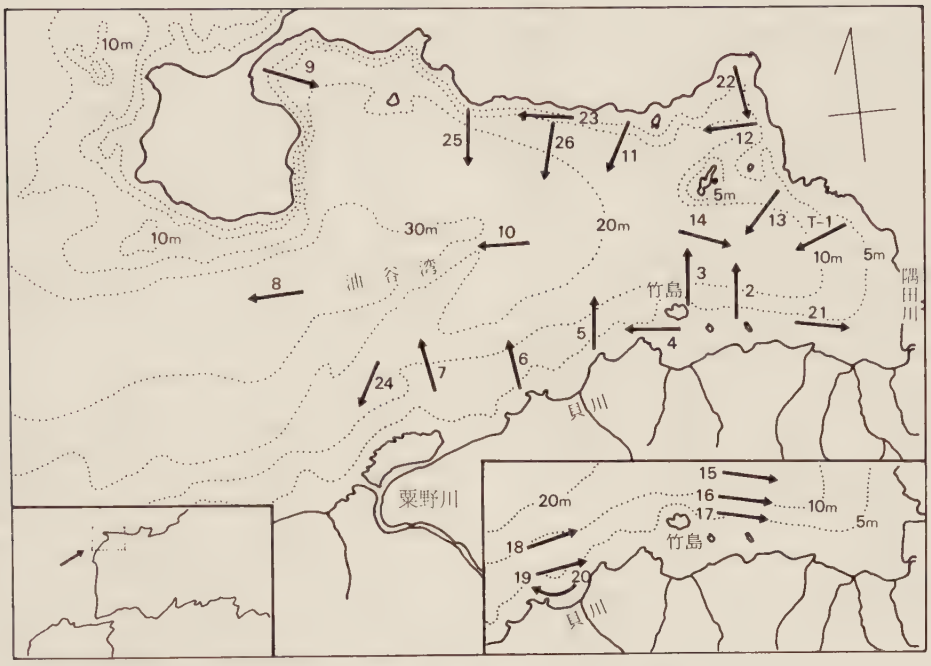


図 1. 底びき網定点図

試験は基本定点で，深度別えい網試験および藻場周辺のえい網試験などは，補助定点で行った（図―1）．ただし，1979年および'80年の調査は，主分布域である湾南岸の T-1～T-7 の7定点に限定して行った．調査は夜間調査を基本にしたが，1975年と'77年に漁獲対照試験として昼間操業も一部実施した．この報告では，1977年に一部実施した深度別えい網試験における昼間の資料以外は，すべて夜間調査の資料を用いた．標本は採集直後，他の採集物と共に10%フォルマリン液で固定し，研究室において採集後約10日間のうちに，全長（*TL*）と，体重（*BW*）を計測した．

結　果　と　考　察

1. 各年級群の成長の一般的特徴

1-1) 全長頻度分布の型

油谷湾におけるマダイ稚仔の出現時期は，おおよそ4月下旬から6月下旬の2ケ月間で，稚魚網による調査結果によれば来遊時期の中心は5月である[1]．底びき網の調査を開始する5月下旬以降，各年の調査が終了する9月下旬ないしは10月中旬までのマダイの全長頻度分布を，図2のa～eに示した（但し，1979年の調査は7月上旬から8月下旬に限られる）．以下に各年の頻度分布の型について説明を加える．

1975年は，6月上旬まで右側に裾を引く分布の型がみられたが，7月上旬からは左へ裾を引く負の非対称分布に変化した．7月下旬にはそれまでの峰の左側の不連続な位置に小さな峰が形成され，全体として著しく左に裾の長い型が逸散開始期の9月上旬まで持続された（図2－a）．1976年は，それまでのやや左に裾を引く一峰型から，7月上旬以降明らかにもうひとつの峰を加えた2峰型に変った．この型は8月下旬に一時やや不明瞭になるものの，基本的にはそれ以降の9月下旬まで持続された（図2－b）．1977年は6月上旬から重なり合いの強い2峰型で左に裾を引く分布型となり，1975年の場合と同じように，7月下旬以降左側に

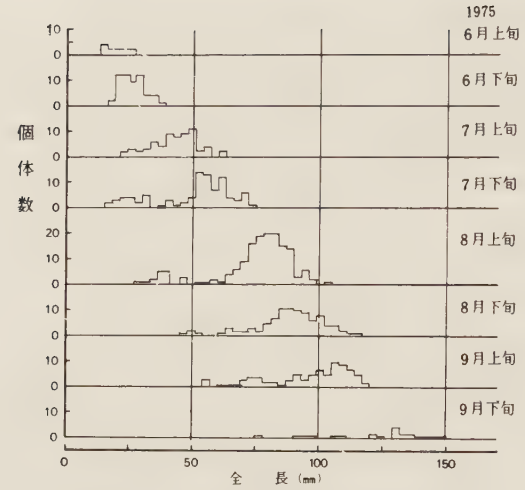


図 2-a. マダイの全長分布（底びき網）

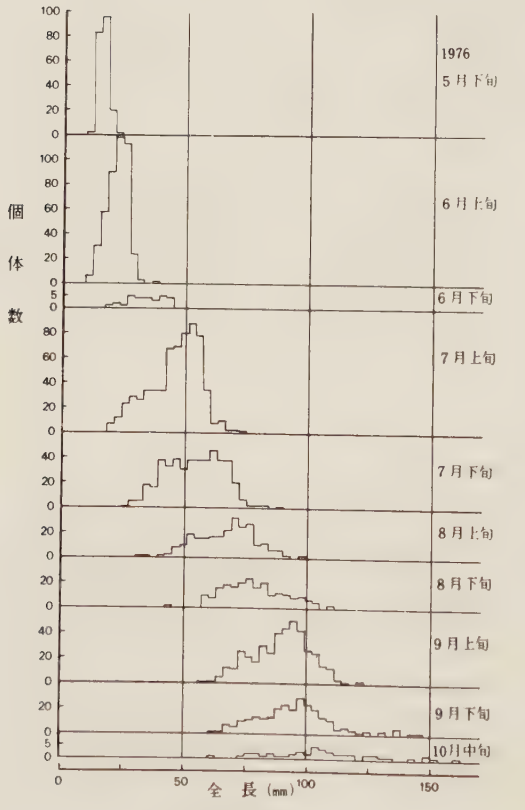


図 2 b.

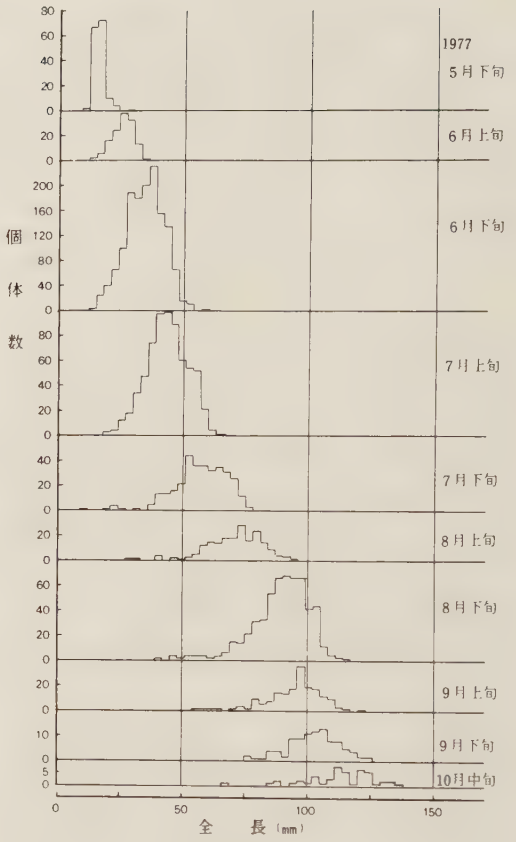


図 2-c.

小さな峰が付加され，左に裾の長い型となった．この型は9月上旬まで持続された（図2－c）．1978年は前3年と異なり，全長頻度分布の型は5月下旬から9月上旬まで，右に裾を引く正の非対称分布に終始し，峰は少なくとも3個形成された（図2－d）．1979年は8月上旬に2峰に分れたが，全長幅が狭く全体として正規分布に近い型を示した（図2－e）．

以上のように，油谷湾における幼魚期マダイの全長頻度分布の型は，年次によってかなり様相が異なり，その型は大体三つに分類できる．すなわち，1975年と1977年のように，単峰に近い大きな峰をもち著しく長い裾をもつ型，1976年と1978年のように，やや複雑ではあるが接近した複数の峰をもちあまり裾を引かない型，および1979年のように，全体として正規分布型に近い単純な型である．分布型を年次ごとにみると，大体6月下旬から逸散開始期の9月上旬頃まであまり

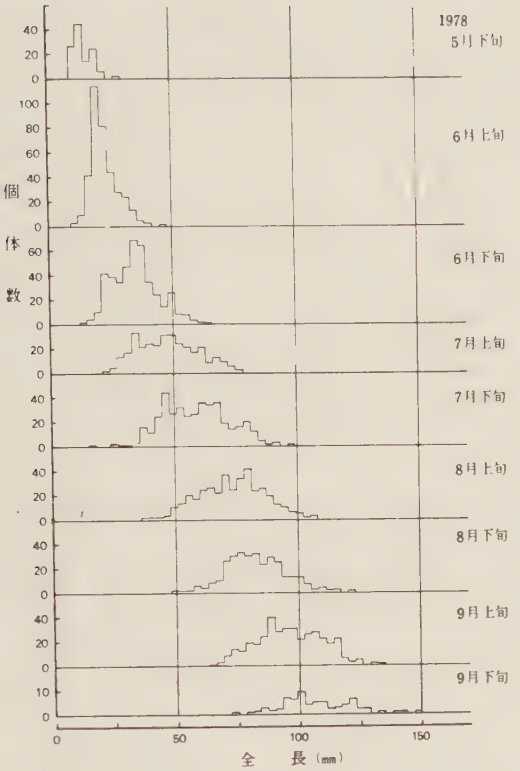


図 2-d.

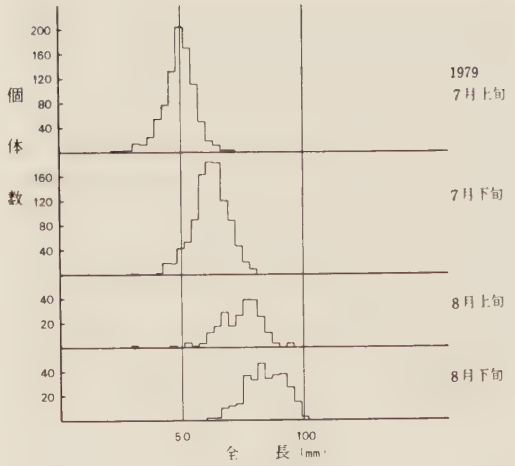


図 2 e.

変化しない．

全長頻度分布の型のちがいを生む主な要因は，マダイ稚仔の湾内への来遊様式にあるものと考えられる．1975年と1977年は主群をなす前期発生群と，それより1ケ月以上発生が遅いと推定される群によって，また1976年と1978年は1旬または半月程度の時間的なずれをもって来遊した2ないし3群によって，そして1979年は短期間にまとまって来遊した群によって，それぞれ基本的なパターンが形成されたものと考えられる．

1-2） 成長曲線の特徴

前述したように，全長分布型は各年共複数の峰をもって構成されている．ここでは田中[3]の方法によって，モードを用いて各全長分布から体長群を分離し，年級および体長群ごとに，各モードの位置の時間的変化をプロットして図3に示した．各群ごとにプロットした点をたどると，全体としては Sigmoid 曲線を描くが，6月～7月から8月下旬～9月上旬にかけての各点は，いずれも比較的直線上に位置しており，この期間の成長がおおよそ直線的に進むことを示している．成長傾向をもう少し詳しくみるために，図3のう

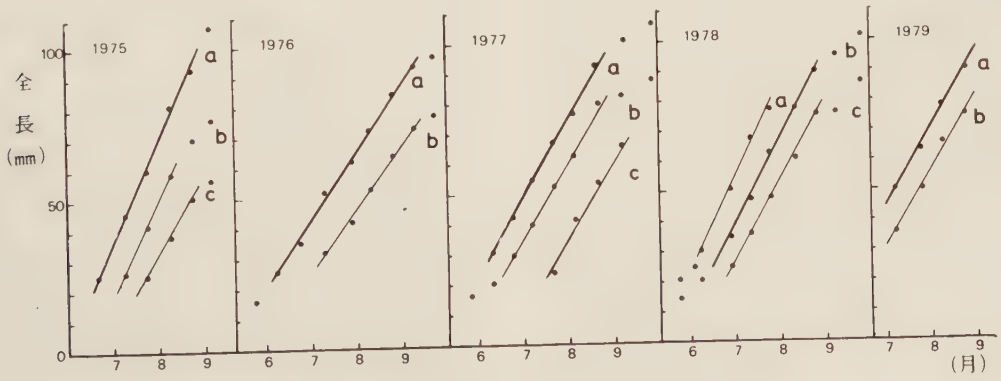


図 3. 各体長群のモード経月変化（太い実線は主群）

ちの1976年のaと1978年のbを代表例として図4に示した．6月および9月上旬付近で曲線が目立って変化する．前者は全長20～30㎜付近に変曲点があり，それ以降8月下旬までの比較的直線的な動きと対照的に変化が大きい．このような例は飼育例においてもみられ，北島[4]が示した図によっても全長25㎜前後に変曲点がみられる．しかし飼育例では必ずしもこのような結果のみでなく，変曲点が変化したり，特に良い条件で飼育されて成長が良い場合のそれは不明瞭であったりする．天然の場合の成長は，人工飼育の場合ほどその変化は大きくはないものと思われるが，天然のマダイの成長の変曲点が一般的に全長20～30㎜付近に存在す

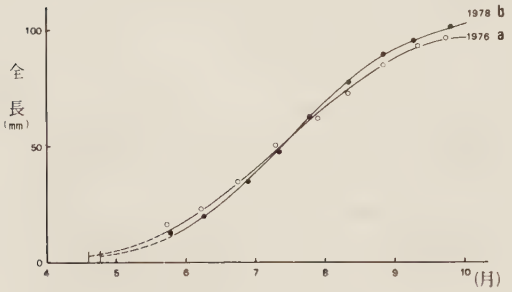


図 4. 成長曲線の例（…は外挿）

るかどうかは，比較する資料に乏しく今のところ明らかではない．8月下旬から9月上旬にかけてみられる成長の変曲点は一般に成長停滞現象と考えられている．しかし実際に直線が屈折するのはもっと遅い時期（全長100㎜を越える）になる場合もみられ，また魚群の分布状態や採集量の変化などからみて，8月下旬～9月上旬（全長80㎜～90㎜台）はマダイ幼魚の湾外への逸散開始時期に当るものと推定される．したがってこの時期にみられる成長の変曲点は大きな個体から湾外へ逸散するための見掛上のものか，あるいは実際に成長停滞を反映しているものかについて，今後さらに検討が加えられなければならない．

1-3) 各年級および群別成長度

6月または7月から8月下旬～9月上旬までの直線的成長期の成長式は，近似的に直線回帰式で示すことができる．各直線式の回帰係数は，成長度（成長量／日）を示すから，各年級内の各体長群および年級間のこの期間における成長は，成長度によって比較することができる．各成長度は表1に示した．表中のa，

表 1. 年級群別，体長群別成長度

年 級	体 長 群	成 長 度
1975	a*	1.15
	b	1.12
	c	0.84
1976	a*	0.74
	b	0.69
1977	a*	0.87
	b	0.85
	c	0.84
1978	a	0.92
	b*	0.95
	c	0.90
1979	a*	0.86
	b	0.85

b，cの記号は，図3の各直線に付した記号であり，右肩の＊印は主群に相当する体長群である．各年級における体長群間の成長度を比較すると，一般に早期に来遊したと思われる大型の体長群ほど値が高く，遅い群ほど値が低い．しかし1975年のcの場合は例外として，それ以外の体長群間の成長度には大きな差はみられない．

年級間の成長度についてみると，1975年が最も値が高く，日間成長量が1㎜を超える．次いで1978年が0.9㎜台にあり，1977年と1979年が0.8㎜台で相互に近い値を示し，1976年が最も低く0.7㎜台に止まり，成長の良い年と悪い年では，日間成長量に0.3㎜の差がみられた．

1-4) 成長関係式

図3の直線を想定した回帰関係から直線回帰式を求めたが，各年共そのうちの主群の回帰式を，各年級を代表する成長式として以下に示す（tは6月1日を基点とする経過日数）．

1975: $TL=1.15\,t+2.17$ ……①
1976: $TL=0.74\,t+20.44$ ……②
1977: $TL=0.87\,t+23.14$ ……③
1978: $TL=0.95\,t+10.52$ ……④
1979: $TL=0.86\,t+18.40$ ……⑤
1975～1979: $TL=0.90\,t+16.00$ ……⑥

幼稚仔の体重測定は原則として全個体を対象に行ったが，計測上測定誤差の少ないと思われる全長30㎜（約0.54ｇ）～120㎜（約35.2ｇ）の個体について，全長（TL）－体重（W）関係式を計算した．結果を以下

に示す．

1975: $W=16.95\ TL^{3.03}\cdot10^{-6}$ ……⑦

1976: $W=5.89\ TL^{3.23}\cdot10^{-6}$ ……⑧

1977: $W=11.01\ TL^{3.10}\cdot10^{-6}$ ……⑨

1978: $W=13.53\ TL^{3.05}\cdot10^{-6}$ ……⑩

1979: $W=14.30\ TL^{3.04}\cdot10^{-6}$ ……⑪

1975～1979: $W=12.64TL^{3.07}\cdot10^{-6}$ ……⑫

1976年の初成長定数は著しく低いが，これは後述するように，この年のマダイをめぐる環境条件が他の年と著しく異なっており，それが成長に影響したことを反映していると思われる．

なお，本報告は全長（TL）を用いているので，以下に全長—尾叉長（FL）関係図（図5）と関係式を示す．

$FL=0.90TL+1.65$ ……⑬

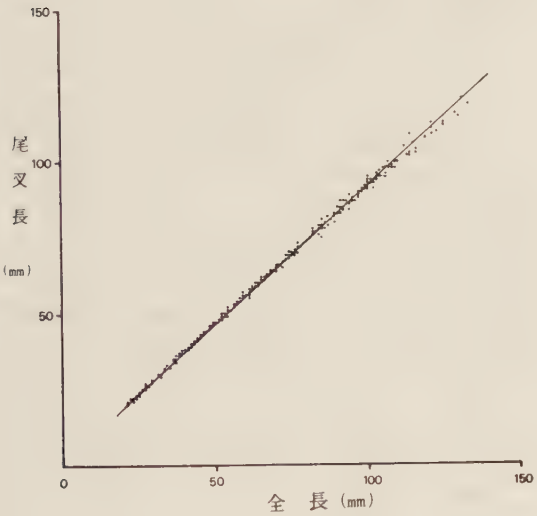


図 5．全長と尾叉長の関係

2．棲息密度と成長

年級間の成長度に差がみられることはすでに述べた．内湾水域での初期生活期に，マダイの成長に変化をもたらす条件のひとつとして，湾内における棲息密度との関係が考えられる．棲息密度が餌料の絶対量を媒介として成長に影響を与えるという例は，マダイの飼育実験結果に数多くみられる．松浦ら[5]は，山口県深川湾で囲い網試験を2ケ月間行い，0.5尾/㎡，1.0尾/㎡と5尾/㎡，50尾/㎡の間に成長，増重，肥満度に差を生じたことを報告している．また畔田ら[6]は，志々伎湾における調査でマダイの成長に年級差があり，それが棲息密度と関係していることを報告している．油谷湾の幼魚期のマダイは，水深10m以浅の底層を主な棲み場とし，さらに岸寄りの5m層以浅に集中的に分布する．油谷湾の総面積に占める5m以浅の水域の割合は，図1に示すようにそれ程広くはないので，マダイ幼魚の好む生活空間はある程度制約されたものになると思われる．実際には，資源量の多い年のマダイは分布域を拡大しながら，条件のよい棲息場では一定水準まで密度を高めるようである．この場合には生活空間と棲息密度との関係を通じて，成長が密度依存的に変化するという可能性が考えられる．そこで，さきに各年級ごとに分離した体長群別の成長度（表1）を平均してその年級群の成長度とし，一方，各年の6月下旬から8月下旬に至る漁獲尾数をひき網数で除した値をもってその年級の湾内棲息密度を代表させ，それらの値をプロットして，その相互関係を検討した（図6）．結果をみると，1975年は密度が著しく低く成長

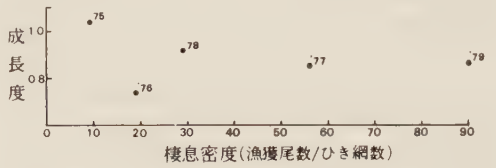


図 6．年次別湾内棲息密度と成長の関係

が極めてよい．1977年，'78年および'79年の関係をみると，'78年の棲息密度は低いが，'77年，'79年のそれは高く，特に'79年は著しく高い値を示す．但し，'79年は棲息密度の高い湾南岸でのみ調査が行われたので，ひと網平均値が全域の値を用いた他の年より過大となっている点は考慮に入れなければならない．一方，成長度についてみると，1977年は0.85，'78年は0.92，'79年は0.86であまり変化がなく，したがってこの3年間の密度と成長の関係は，極めて弱い負の傾斜がみられる．1976年の成長度は他の4年間と比較してかなり低い．一方，各年ごとに3水域をまとめて平均した肥満度の時間的変化を図7に示したが，1975年の肥満度が非常に高く，対照的に1976年が低い．1977年～'79年の3年間はほぼ同じ水準で前2者との中間の値を示す．しかし，1976年は8月下旬～9月上旬の逸散開始期には1977年～'79年に近い水準に達する．

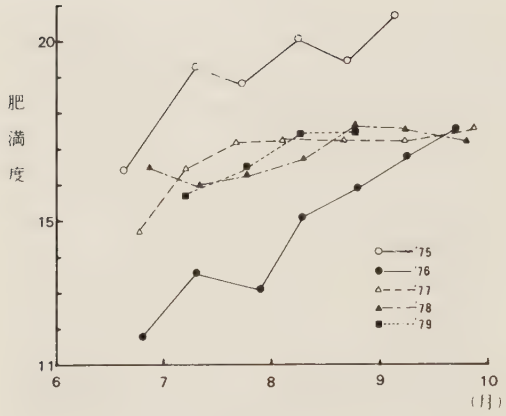


図 7. 肥満度の経月変化

これらを関連づけてみると，1975年の高い成長度と肥満度は，著しく低い密度によってもたらされたと思われる．1977年～'79年の密度と成長の関係には負の相関がみられるが，その程度は弱く，また肥満度が同じ水準にあることからみて，棲息密度がこの3年間にみられる範囲の水準においては，成長が密度に依存して変化する度合は極めて小さいもののようである．1976年の成長度および肥満度が低かったことについては，次のような環境の変化が考慮されなければならない．すなわち，この年の夏季の湾内水温が平年よりかなり低かったこと（図8），および競合種であるチダイ *Evynnis japonica* の湾内の棲息密度が例年より相当高

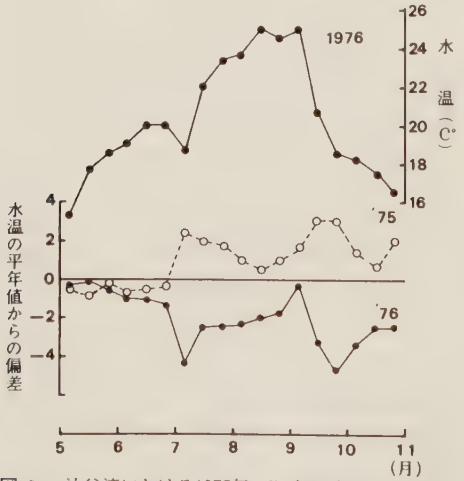


図 8. 油谷湾における1975年，'76年の表面水温と平年値からの偏差（平年値は1973年～'79年の平均，観測場所は阿川）

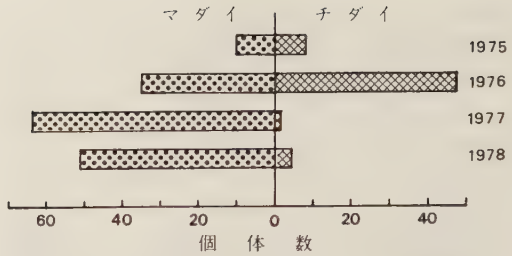


図 9. マダイ幼魚とチダイ幼魚の年別，1網平均漁獲尾数（底びき網5月下旬～8月下旬）

かったこと（図9）である．水温が魚類の代謝機能と深い関係にあることは幾多の例に示されていることであるが，夏季に急成長をとげるマダイ幼魚にとって，平年を下回る水温環境の変化は，その代謝機能に影響するであろうことは十分に考えられる．一方，チダイとの関係について花渕[2]が報告しているが，相互の干渉の具体的な関係は明らかではないにしても，マダイの分布様式がチダイとの関係で明らかに変化したものと思われ，その相互関係の存在は無視できない．おそらくこれらの事実が直接，間接にマダイの成長に関与したものと推定される．1976年の前半期に低かった肥満度が逸散開始期に至って1977年～'79年の水準近くに達したのは，水温が平年水準より低いとはいっても8月には24～25℃に達したこと，競合種のチダイの分布配置がマダイより沖合に移り，競合の度合が相対的に低下したなどの理由を考えることができる．以上のように密度が著しく低い水準では成長度は高まるが，密

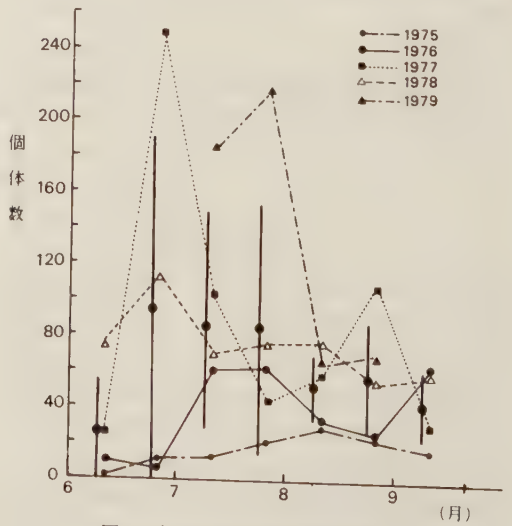


図10. 年次別ひと網平均の経月変化

度が一定の水準以上になると成長の密度依存的変化の度合は低くなる．このような関係を基礎に考えてみると，1977年～'79年のように，環境が平年と比較して大きく変化しないような条件下では，棲み場における棲息密度が環境収容力をこえて成長度にマイナスの影響を与えることのない自己調節的な何らかの機構一例えば，分布様式を変化させることによって，密度を一定水準に抑える一が作用したものと考えられる．図10に湾内で最も分布密度の高い湾南奥部の水域（T-1～T-4）の旬別ひと網平均尾数の経月変化を示した．図6で見たように，1977年と'79年の湾内の棲息密度は高く，それが図10にも反映しているが，しかし1977年は6月下旬を，'79年は7月下旬をピークとしてその後の密度は急減し，8月上旬には各年次間の密度の較差は著しく小さくなる．7月下旬のマダイの全長は約55㎜，8月上旬は約73㎜で，底びき網や定置網の漁獲の対象となり，したがって自然死亡を含めての減耗を当然考慮に入れなければならないにしても，1977年，'79年の密度の減少がその他の年に比較して著しく大きく，しかも8月に年次間の較差がちぢまるのは，おそらく棲み場の拡大などによって密度を低下させているものと考えることができる．なお，年によって8月下旬または9月上旬に密度がやや上昇するのは，逸散期における魚群の一時的な集中現象を反映するものであろう．

成長の年変化については，ここでは主として棲息密度との関係で論じたが，これらの関係はおそらく畔田ら[6]が指摘しているように，主に食物の量，質を媒介として実現されるものと考えられる．この点での検討は調査体制の問題もあって不十分であり，今後の課題である．

3．棲み場と成長

3-1）水域間にみられる平均全長の変化

湾内には，マダイ幼稚魚の棲息密度の高い幾つかの水域がみられる．これらのいわゆる〝棲み場〟は，アマモ場縁辺，ガラモ場，あるいは砂泥域等，それぞれ特徴を異にした環境を形成し，マダイの餌生物もそれぞれの場に特有な種組成を構成する．マダイの棲息環境はまた，藻の季節的消長などに伴う棲み場の質的な変化とも関わり合い，それぞれ棲み場の餌生物の組成も季節的に変化する[7]．マダイの幼稚魚はそのような環境の変化に合わせて，ある程度の集中，分散，移動を行うようにみうけられるが，湾全体からみた着底期から逸散期前までの地理的な分布様式に基本的な変化がみられず，したがって環境の季節的変化に伴う移動は，着底後棲みついた水域一帯を範囲とするように思われ，その範囲を大きくはみ出すことはないものと推定される．

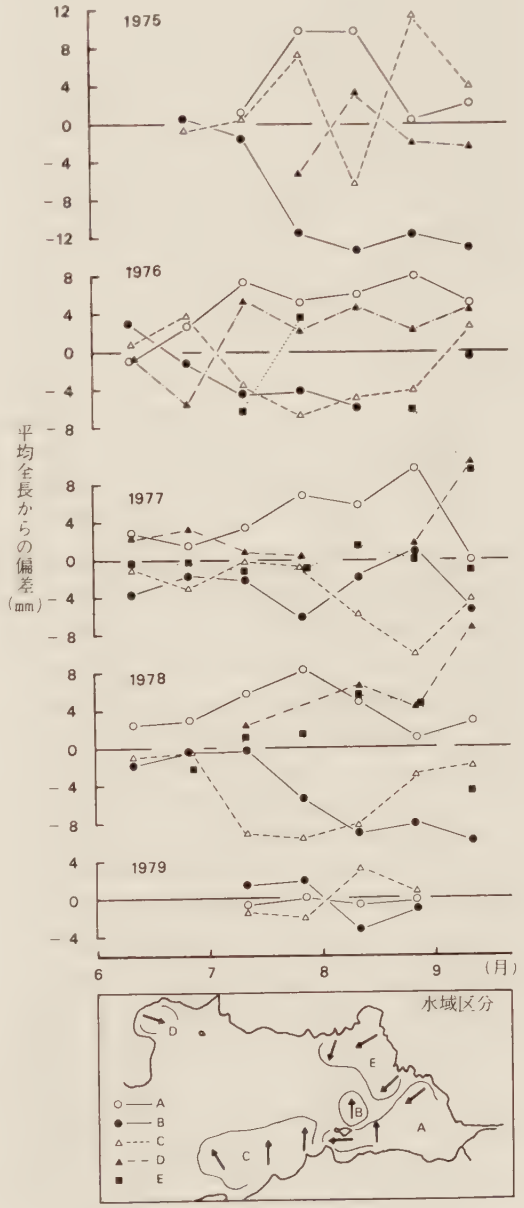


図11．年級別，海域別平均全長からの偏差

棲み場の特性が成長とどのように関わり合っているかという問題は，マダイ幼稚魚の発育に最も好ましい環境を知る上で重要な内容をなすと考えられる．畔田ら[6]は志々伎湾において，7月に主食をなす Gammaridea の分布量の多い湾奥細砂域が，湾口部や湾中央部よりマダイ幼魚の肥満度が高いことを報告している．以下に油谷湾における棲み場と成長の関係について若干の検討を加える．

まず，水域間における成長傾向をみるために，区分された水域ごとに全水域の平均全長からの偏差を求めて相互に比較した（図11）．水域区分は主に藻場を中心に，その周辺定点をまとめて一水域とした．沖側の T-8，T-10，T 14は棲息密度が著しく低いために標本数が少なく，したがって精度に問題があるので検討から除外した．

平均的にみた7月～8月の期間においては，1979年を除くと常にA水域が大きい．これに対して隣合ったB水域，およびここから湾口方向に隣接するC水域は他の水域に比べて小さい．北岸の西隅にあるD水域は，欠測や年変動もあるが一般にA水域に次いで大きく，北隅のE水域は平均的乃至は平均よりやや大型の傾向を示す．このように水域間では大きな差が認められるが，このことが以下に述べる理由によってそのまま水域間における成長の差を表わすものではない．図12に湾内で最も分布密度も高く，平均全長の差が大きく現われる南岸のA，B，C 3水域の月別全長頻度分布を1978年を例として示した．各水域の頻度分布には，いずれも複数のモードが認められるが，月毎にみると，モードのうちのいくつかは3水域共ほぼ同じ位置にあって，3水域に大きさの似通った体長群が存在することを示唆すると共に，A水域には別に他の2水域にはみられない大型体長群が存在することをも示している．このことから，水域間の平均全長の差は水域間の全長頻度分布型のちがい，つまり水域毎の体長群の構成のちがいによって，大きく左右されるであろうことを予想させる．そこでさきに各年級ごとに体長群を分離したのと同様に，田中[3]の方法を用いて1975年～'79年について各水域ごとに群の分離を行い，各群のモードが明瞭なもののみについて直線を想定した回帰式を計算し，それによって得た年級別，水域別の回帰関係を図13に示した．図中a，b，cを付した括弧のくくりは，水域別全長頻度分布図から，3水域のモードがほぼ同じ位置にあり，また時間の経過に対してほぼ同じ変化の傾向を示す群を共通のグループとしてまとめたものである．モードが明瞭で追跡できるものだけを用いたために，1975年のようにA水域のa群だけが示されている場合もあるが，他の水域にマダイが全く分布していなかったことを意味しない．各年共各

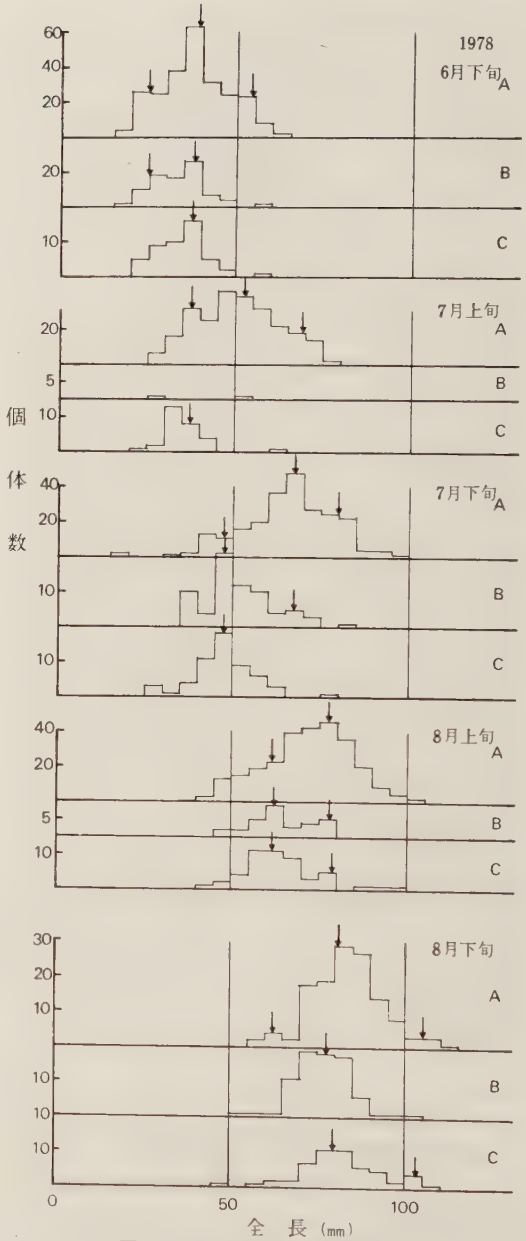


図12．旬別，水域別全長頻度分布

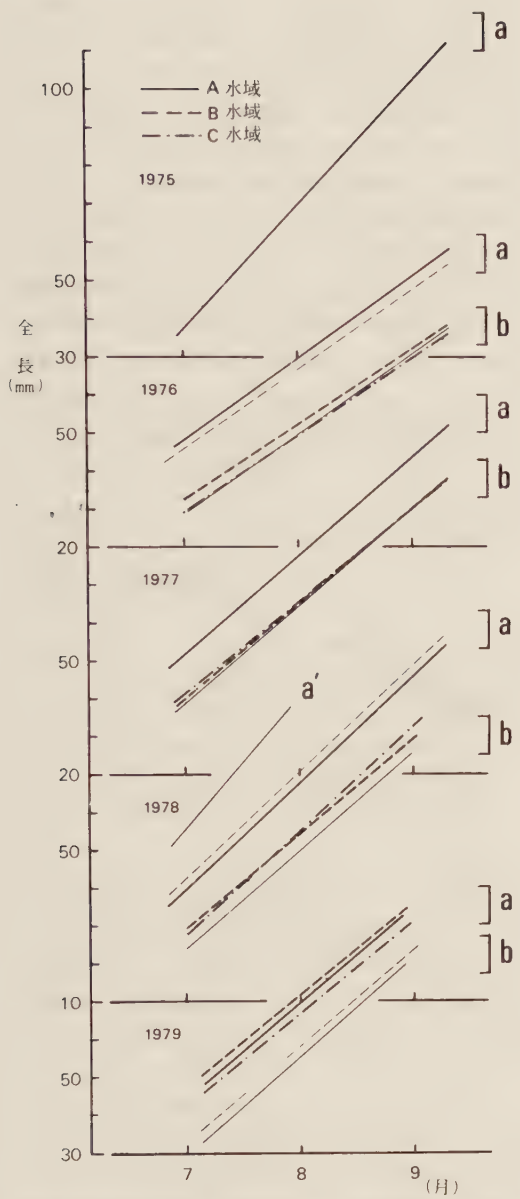


図13．水域別，体長群別モードの経月変化

水域の多くは複数の体長群を含んでおり，aまたはbとしてまとめられたグループの直線の位置関係には各水域間で顕著な差は認められず，したがってこれらはほぼ同時期に来遊した同一体長群とみなすことができる．各直線の傾斜に示される成長度は，表2に示されたように各年級内では水域間に大きな差はないが，

表 2．水域別，体長群別成長度

年　次	水　域	体長群	成長度
1975	A	a*	1.07
1976	A	a*	0.72
		b	0.69
	B	a	0.68
		b*	0.64
	C	b*	0.68
1977	A	a*	0.86
		b	0.85
	B	b*	0.84
	C	b*	0.80
1978	A	a*	1.17
		a*	0.94
		b	0.86
	B	a	0.94
		b*	0.84
	C	b*	0.90
1979	A	a*	0.84
		b	0.86
	B	a*	0.80
		b	0.85
	C	a*	0.80

1979年を除けばA水域が他の水域より僅かに大きい．また一般にa群がb群よりやや大きい傾向が認められるが，このような傾向は，さきに述べた年級別の場合と同様である．図中の太い線は各水域の主群（最も量的に多い群）を表わしているが，各年共A水域はa群（来遊の早い群），B，C水域は1979年を除くとb群（来遊がa群より遅い群）が主群をなしている．

以上みてきたように，水域間の平均全長をとった場合に生ずる差，特にA水域とB，C水域間のひらきは，前者の主群が平均全長の大きな群，つまりa群であり，後者のそれはb群であるという体長群の構成のちがいに大きく影響されていることは明らかである．

次に水域別に体長群の構成が異なる理由についての考察をすすめる．理由のひとつは，マダイ幼稚魚の深度別分布と関係があると思われる．調査の過程で，浅所のマダイが深所のものよりも一般に大型であることが経験的に知られていた．その裏付調査として，1977年に湾南岸の竹島東水域と貝川沖に水深に沿って定点T-15，16，17およびT-18，19，20を設け，深度別えい網試験を実施した．竹島東は湾南岸奥部のアマモ場

の入口にあたり，6月下旬～7月下旬にマダイの主要分布域となる．貝川は湾南岸の凹入部，水深2m付近まで小規模なアマモ場があり，それ以深はガラモの点在する砂質底である．えい網試験は6，7，8月の各下旬に竹島東では5m，10m，15m，貝川では2m，5m，10mの各水深で，6，8月は夜間のみ，7月は昼夜に亘って行われた．採集標本から得られた定点別の平均全長を月別，深度別に図14に示した．なお竹島東の図には，この水域のさらに岸側水深3m前後の竹

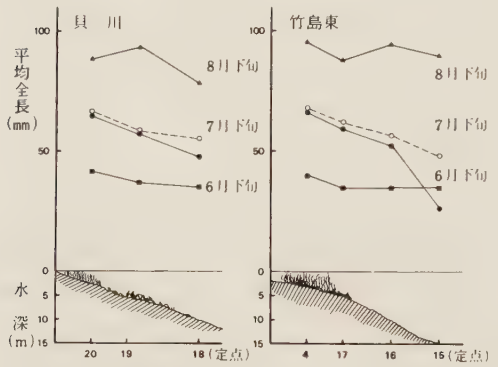


図14．深度別定点におけるマダイの平均全長

島の陸側に，岸に平行に設けられている基本定点 T-4の資料も加えた．両水域を通じて外海からの来遊がほぼ終り，着底初期にあたる6月下旬は岸側に僅かに大きい傾向がみうけられるが，全長50～60㎜台の幼魚期にあたる7月下旬になると，岸から沖に向かって平均全長に明瞭な傾斜が認められる．8月下旬になると沖寄りに大型化する傾向がみられるようになる．油谷湾では，マダイの湾外への逸散開始は例年8月下旬～9月上旬にあり，8月下旬の傾向は逸散開始にともなう魚群の移動を反映しているものと思われる．

このようにマダイは浅所に向かって大型魚，深所に向かって小型魚というような分布様式をなしているように思われるが，しかし水深のちがいだけでは，例えば水域Cのようにかなり広い浅所を擁する水域に，A水域にみられるような大型の体長群の分布密度が極めて低いという現象は説明できない．ここではさらに別な要素を加味して考えなければならないが，重要な要素として考えられるのは藻場を主な内容とする棲み場の特性との関わりであろう．そこで油谷湾の各水域の特徴について簡単に述べながら相互の関連性について考察する．流況についてみると，俵ら[8]によれば，外洋水は湾口南寄りに流入し，粟野川から流出された河川水を混じながら湾の南岸沿いに湾奥部へ向かう．湾奥部ではさらに隅田川河川水と混じて向きを北に変え，湾の北岸沿いに西流し，湾口北寄りに流出するといった湾内で反時計回りの環流が形成される．その平均的（恒流）な流速は1～2cm/secを示す．しかしこのような流れが常時存在するのではなく，風の影響で大きく変化することが推定される．一方魚類幼稚仔の餌料生産の場として重要な位置を占める藻場の分布状況を図15に示した．アマモ場は湾南奥部に最も発達し，北

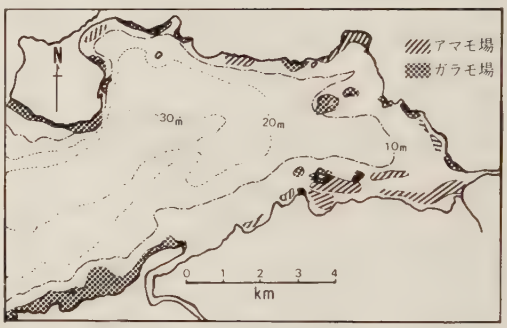


図15．藻場の分布（森：1979より）

岸凹入部の水域D，Eにも小規模ながらアマモ場を形成する．

南岸3水域のうちA水域は竹島から隅田川河口にかけてかなり広い10m以浅の水域を擁し，外洋水の影響の少ない流動の比較的ゆるやかな水域で，5m以浅には湾内最大のアマモ群落が発達する．B水域はA水域の沖側からの入口にあたり，藻場縁辺部から細砂底へゆるやかな傾斜をなしている．C水域は10m以浅の区域も広く，さらに5m以浅帯もかなりの拡がりをもつが，湾口からの外洋水の流入の影響を大きく受け，全体として藻場に乏しく，特にアマモ場が前述の貝川付近，その他に僅かにみられた程度に貧困な点がA水域との大きな相違点となっている．アマモ場と関連の強いA，B水域はC水域と比較して棲息密度は著しく高いが，このような事実はアマモ場がマダイの生活と深く関わり合っていることを示している．以上のことから察せられるように，油谷湾のマダイ幼稚魚の水深による平均全長の変化と，水域による体長群の構成のちがいは，浅い水域の拡がりの程度とアマモ場の発達という二つの要素に規定されていると考えることができ

る．つまり水深が浅くアマモ場に近い程平均的に魚体が大きくなり，したがって浅い水域が広くアマモ場が広い程大型の個体が多く，それとは逆の場合，または浅い水域が広くてもアマモ場の発達が悪い場所では比較的小型の個体が多い．そこで水深が浅くアマモ場に近い方に大型個体が多いのは，アマモ場に近い方が成長がよいのか，あるいはアマモ場周辺に大型個体が集まるのかそのいずれかということが問題になるが，図3からも察せられるように，各体長群間の平均全長や水域間のそれの差はすでに来遊初期からの差に由来するもので，水域間に多少の成長差があっても，それが平均全長の大きな水域差をもたらす原因とは考えられない．森[1]は油谷湾への来遊初期のマダイ稚仔は湾口部より湾奥部の方が，全長頻度分布において大きい方に片寄っていることを報告しているが，このことは湾内へ来遊の早い個体が着底の場を求めてより湾奥に分布することを示している．したがって全長頻度分布型に反映される各水域間にみられる体長群の構成のちがいは，1975年～'78年については巨視的にみれば，早期に来遊した個体がより浅い，より藻場近くに棲み場を占め，後続の群は藻場周辺からさらにその縁辺部へと棲み場を拡げて行くという形で，分布様式が形成されたものと推定される．1979年の場合は前4年と異なり，水域間の体長群の構成があまり変らず，3水域共a，b群で構成されていて，いずれもa群が主群であった．図2に示されているように，1979年の全長頻度分布は前4年に比較して全長幅が狭いが，それは全長の似かよったしかも高密度な魚群の大部分が，例年より短い期間に集中的に来遊したことによるものと考えられる．水域間の体長群の構成に差を生じなかった理由は，そうした来遊様式によるものではないかと推定される．

3-2)　棲み場における体長群相互の関係

マダイが棲み場を選択する場合の重要な契機は，より良い餌料条件の確保にあるものと考えられる．先に巨視的にみれば，早期に来遊した個体がまず餌料条件のよい場所を求めて湾奥の藻場周辺に集まるであろうと推定した．しかし物理的な隔離条件のない天然水域の棲み場における体長群相互の関係には，単に先着順による集積的な関係に止まらない，棲息空間の利用をめぐるもっと積極的な社会的関係としての意味があるのではないかとも考えられる．そこで岸に平行に設定されたT-4を中心に，その周辺定点との関連で大型群と小型群の量的関係と成長度について，若干の考察を行うことにする．

T-4は各定点中，最も大きい平均全長を示す場所で，ここでは着底初期の6月下旬頃からすでに他の定点より平均全長がきわだって大きい．このことは，早期来遊群が湾奥のアマモ場周辺を棲み場として占めて行くことと関連をなしているが，同時に量的には普通7月下旬頃に棲息密度がピークとなり，ひきつづきマダイがこの場所に集ってくることを示している．大森[7]によると，1977年のT-4におけるマダイ胃内容物からみた餌料組成中の主要生物は，7月上旬ワレカラ類，同下旬橈脚類，8月上旬ドロクダムシ科のヨコエビに他のヨコエビと蛇尾類，同下旬はドロクダムシ科のヨコエビ，短尾類，長尾類，ウミホタル，多毛類と多様化し，季節的変化が著しい．同年の周辺の定点，例えばT-3やT-17のそれは，7月上旬ワレカラ類，同下旬から8月下旬にかけては主にドロクダムシ科のヨコエビで占められる．このようにT-4は周辺の定点とは餌組成はかなり異なるが，同様なことは魚種組成や甲殻類の種組成にもみられる．これらの餌生物の組成変化は，藻の消長と関係しており，マダイが発育段階に対応した餌の要求にそってこの時期の棲息密度をある程度変化させて行くという側面があるように思われる．この過程で形成される全長頻度分布は，どの年次も複数のモードで構成されている．各年のT-4における6月下旬（または7月上旬）～8月下旬の全長頻度分布から各体長群を分離し，それぞれの群の各モードの位置の時間的変化と，分離した各体長群の個体数の比率（棒グラフ）を図16に示した．大型群と最小型群(c)の量的な関係についてみると，全個体数に対する小型群の個体数の比率は，1976年と'79年は7月上旬から8月下旬まで大きな変化はなく，それぞれ平均11%，7%程度に止まる．1976年8月上旬にはおそらくより奥部からこの場所に入って来たと思われる大型のa群が加わるが，量的には当初から多かったb群の優位は変らない．1977年は6月下旬に35%を占めていた小型群が次第にこの場所から消失し，8月上旬には僅かに4%程度止ったにすぎない．1978年の場合は既に述べたように，全長頻度分布がこの年だけ正の非対称分布をなし，かなり複雑な組成がみられたが，T-4もそれを反映して他の3年とは異なった動きを

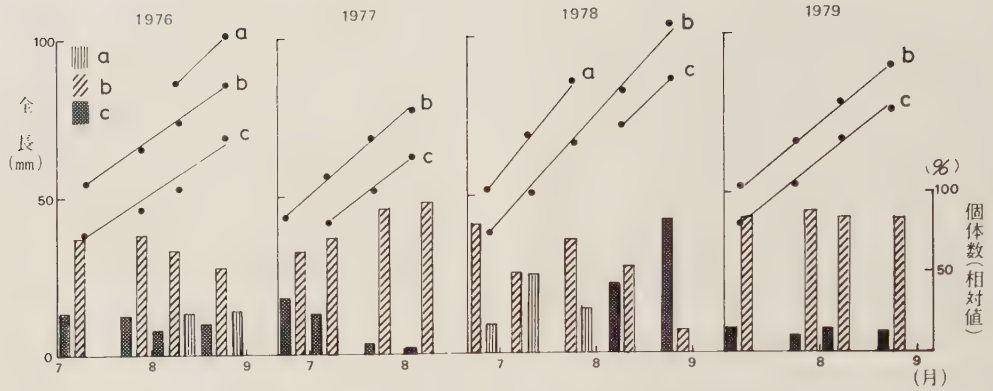


図16．T-4における各体長群の成長および個体数の経月変化

示した．すなわち，当初量の最も多いb群に，より大型のa群が加わって構成されていた全長頻度分布のうちから，7月下旬にすでに平均全長86㎜に達していたa群が8月上旬には消失し（おそらくこの場所から逸出したものと考えられる），新たに小型のc群が出現して，b群の減少にともなって量を増加させ，その比率は8月下旬には85%に達した．このように大型群と小型群の量的な関係は年によって現われ方がやや異なるが，1976年，'77年，'79年にみられるように，この場所に棲息するマダイのうち最小体長群がそれより大型の群を量的に凌駕したり，その比率を増大させることはなく，そうでない場合でも'78年のように大型個体の消失の後を埋める形で小型群が出現して，現象的には空間利用における相補関係がみられた．つまり，T-4では量的に多い体長群が場所をほぼ占有しつづけるが，通常それは大型群であって，小型群の新たな進入は大型群の一定の逸出がない限りみられなかった．そしてT-4では空間占拠関係において劣位にある小型体長群は，これより沖合の5m等深線に沿った藻場縁辺部にあたるT-17で明らかに量的に多くなっている（図17）．T-17とそれより沖合の10m等深線上のT-16との関係は，T-16における棲息密度が著しく低いこともあるが，T-4とT-17にみられる程全長頻度分布のずれはみられない．このことはT-4のような藻場周辺（ここはアマモ場内の空地とみるべきであろう）やT-17のような藻場縁辺部という，藻場（特にアマモ場）を中心とする生活環境をめぐって，大型群と小

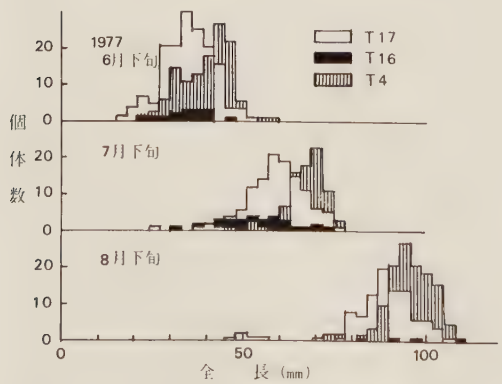


図17．T-4，T-16，T-17における全長頻度分布（1977）

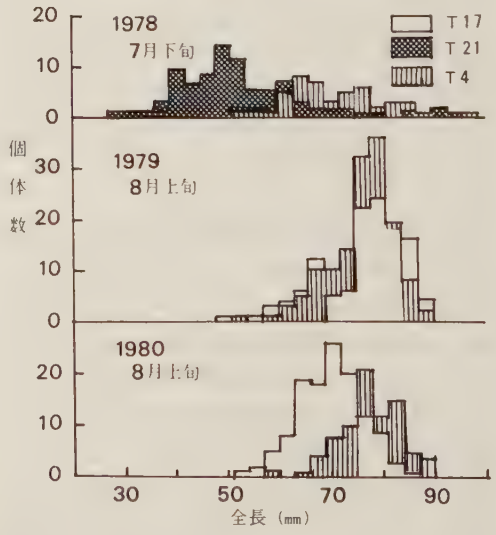


図18．T-4，T-17，T-21における全長頻度分布（1978～1980）

型群の間にかなりはっきりした形の階層関係が存在することを示している．T-4に対する藻場縁辺部の全長頻度分布の対照データは，深度別調査が1977年に限られていたために十分ではないが，1978年にT-17よりさらに隅田川寄りで行ったT-21（図1参照）の例，1979，'80年にT-17で行った繰返し操業試験から得た資料の例を図18に示す．1978年と'80年の例では1977年と同様に，両定点間でのモードの位置は異なるが，1979年は重なり合い，この年は棲み場をめぐっての階層関係が成り立たなかったが，その理由は先に述べた水域間のそれと同様に来遊様式のちがいを反映しているものと推定される．

次にT-4における各体長群の成長傾向を図16に示した各年の直線の傾斜で比較してみると，いずれも早期来遊の大型体長群ほどやや成長がよい．こうした傾向は各水域ごとにみた成長にも現われている．各体長群の間に成長差が生ずる理由ははっきりしないが，既往の飼育実験による知見によれば，コイやマダイの稚仔期には餌のサイズの影響が大きく，大型の魚はより大きな餌を摂る能力を早く得る結果，成長がより速くなるという[9]．ニコルスキー[10]は摂餌条件が悪化する場合という前提ではあるが，同一年齢の魚の成長に分化がおこるのは，個体群により広範な餌料が利用されることを可能にする適応のひとつ，と述べているが，いずれにしても摂餌能力が成長差に反映することはこうした報告からも明らかである．一方，個体群が大型個体と小型個体から構成されている場合に存在する社会的関係は，Size hierarchy（体格階層）といわれているが[11]，それが成長に与える影響についてはいくつかの実験例が紹介されている[11]．野外のものについては名越[12]が琵琶湖産イサザについて，Size hierarchyと成長の関係を分析し，大型魚の密度増加が社会的干渉の頻度を増加させることによって，小型魚の摂餌率を下げ，その結果小型魚の成長が低下すると述べており，それは餌の量や棲息空間とも相互に関係し合っていることを，実験を通じて確認している[13]．稚仔期に大型個体が小型個体を攻撃し，共食する現象はマダイの養成過程でみられる[4,14]．しかし大型魚の小型魚への直接的な攻撃という干渉も全長20～25㎜で終るとされており，それ以後のこのような生態は十分解明されておらず，天然水域における幼魚期のマダイ個体群内でSize hierarchyがどのようにして成長に関与するかは，具体的に明らかではない．

今までみてきたように，棲み場をめぐって大型群と小型群の間に一度形成された階層関係は解消されにくいが，物理的に隔離されていない相互に交流可能な天然水域で，一定期間階層関係が維持されるにはそれなりの理由があり，機構があると考えられる．それはどのようなものであるかはわからないが，狭い生活領域で集団的に初期生活期をすごすマダイ幼稚魚の成長は，集団内での社会的関係と関わりつつ変化する可能性があり，基本的な餌の量や質を中心とする直接的な栄養摂取の問題と共に，天然におけるマダイの社会行動型についても，今後深められるべき課題であると考える．

要　約

油谷湾に来遊する若齢期マダイの成長についての考察を行った．

1. 幼稚魚期の全長頻度分布型は年によって変化するが，その変化はマダイ稚仔の湾内への来遊様式のちがいによるものと考えられる．
2. 年級間の成長度には差がみられ，また早期来遊群の成長が後期来遊群より一般に良好である．
3. 棲息密度と成長の間には負の相関がみられるがその程度は弱く，成長を著しく低下させないような水準に密度を維持する機構の存在が示唆される．
4. 湾内のマダイの主な棲息域を5つの水域に区分して相互に平均全長を比較すると，水域間に差がみられる．南岸3水域の全長頻度分布を対照すると，3水域に同一体長群が存在する場合とそうでない場合があり，平均全長の差はそれらの体長群の構成のちがいによって変化する．
5. 水域間で体長群の構成に差を生ずる理由は，魚体が水深の浅い方に大きく，またアマモ場周辺ほど大きいという事実からみて，浅い水域の拡がりの程度と，アマモ場の発達という2つの要素に規定される

ものと考えられる．

6. さらにまた棲息密度の高いアマモ場周辺でも水深によって全長頻度分布のモードに明瞭な差がみられ，僅かな距離を隔てて大型群と小型群の間に生活環境をめぐって階層関係が存在する．同一定点内では一般に大型群が量的に多く，小型群が大型群を量的に凌駕することはない．また大型群の方が一般に成長が良い．

文 献

1）森慶一郎 1980：油谷湾における浮遊期，底生生活初期のマダイの生態．西水研研報，(54)，59-78.

2）花渕信夫 1980：油谷湾におけるマダイ幼魚の分布．西水研研報，(54)，79-91.

3）田中昌一 1956：Polymodal な度数分布のひとつの取扱い方およびキダイ体長組成解析への応用．東水研研報，(14)，1-13.

4）北島力 1978：マダイの採卵と稚魚の量産に関する研究．長崎県水試論文集，(5)，25-37.

5）松浦秀喜・有薗真琴 1980：山口県における放流技術開発調査．昭和54年度日本海西部栽培漁業放流技術開発調査マダイ班，1-34.

6）畔田正格・池本麗子・東幹夫 1980：志々伎湾における底生生活期マダイ当歳魚の分布と成長．西水研研報，(54)，259-278.

7）大森迪夫 1980：油谷湾におけるマダイ当歳魚の食性．西水研研報，(54)，93-109.

8）俵悟・大内明 1980：油谷湾の海況および隣接海域の海況について．西水研研報，(54)，15-44.

9）山岸宏 1977：成長の生物学．100-148，講談社.

10）ニコルスキー 1963 亀井健三訳：魚類生態学．129-167，新科学文献刊行会.

11）山本護太郎・伊藤猛夫 1973：食物関係を通じての群集内競争．水界動物生態学Ⅱ（生態学講座16），1-16．共立出版株式会社.

12）名越誠 1967：魚類の成長におよぼす size hierarchy の影響について．三重県立大学水産学部紀要，**7**(2)，191-198.

13）名越誠 1967：グッピーの成長におよぼす size hierarchy の影響についての実験．三重県立大学水産学部紀要，**7**(2)，165-189.

14）九州・山口ブロック水産試験場マダイ種苗生産研究会1977：マダイ種苗生産技術の現状と問題点．5-22，日本水産資源保護協会.

西水研研報　第56号．昭和56年３月
Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., No. 56. Mar. 1981

壱岐および見島近海におけるマダイの産卵について

小　嶋　喜　久　雄

Spawning of the Red Sea Bream (*Pagrus major*) in the Waters around Iki Is. and Mishima Is. in the Western Part of the Japan Sea

Kikuo KOJIMA

Process of maturation of ovarian ova, time and duration of the spawning, and some other aspects of the spawning of the red sea bream were studied. The materials used were caught by chartered commercial fishing boats from March to May, 1975 in the waters around Iki Island and Mishima Island, both in the western part of the Japan Sea. In Iki area, 115 male and 163 female fish were caught while in Mishima area 100 male and 104 female fish were caught. The results were summarized as follows.

1) Through visual observations, ovaries were classified into four stages according to the degree of maturation. In addition to it, histological observations were made on the ovaries of each stage to supplement the classification and to determine the process of maturation of ova more precisely. The classifications of stages and definitions for these are as follows;

Stage A. Ovaries without ovum which is externally visible. Most of the ovarian ova are in "Peripheral nucleus stage" and only a small portion is in early "yolk globule stage".

Stage B. Ovaries with ova which are externally visible. The ova in early "yolk globule stage" is the first to be seen from the outside, and the most advanced within this category are ova in "migrating nucleus stage".

Stage C. Ovaries with transparent and externally visible ova. Although ovaries in this stage contain ova of "prematuration" and "maturation" stages, these comparatively matured ova are not yet free from the ovary wall.

Stage D. Ovaries with fully matured ova which are free and concentrated near

昭和56年１月16日受理 (Received January 16, 1981)
西海区水産研究所業績　第388号 (Contributions from the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, No. 388)

the oviduct opening indicating that the fish was spawning. In the ovary in this category, ova of every maturation stage either immature and matured are to be seen, but the proportion of immature ova is very small.

2) Basing on the proportion of ovaries of respective category mentioned above, the time of spawning in the study area were determined as follows In Iki area, small portion of the fish started spawning at about the end of March and the peak of the spawning was in the middle of April to early May. The spawning continued until the end of May, although not in a great intensity. At Senzaki-Yokoguri in Mishima area, the spawning took place in late April or later. At Hachirigase in Mishima area, spawning took place from middle April and the peak was in early and middle May, to be continued until the end of June. The difference in the time of the onset of the spawning in Iki and Mishima areas was considered to be relevant to the water temperature which was lower by 1°C in the latter area. It is probable that the onset of spawning may fluctuate year to year according to the water temperature in the season.

3) The number of ovarian ova of "yolk vesicle stage" and the more advanced stages was determined, i.e., 800 thousand to one million in the fish of 300mm TL, 2.5 to 2.7 million in the fish of 400mm, 6 million in the fish of 500mm. The ova which remained unspawned at the end of spawning season to be absorbed later, were estimated to be 70,000 to 150,000 in the fish of 300 to 400mm TL.

はじめに

1975年から1977年までの3年間，西海区水産研究所下関支所では山口県の日本海側にある油谷湾をモデル水域に設定して，「資源培養方式開発のための沿岸域における若齢期タイ類補給機構に関する研究」（タイ類特研）が行われた．この研究と関連し，油谷湾に来遊するマダイ稚仔の発生源を推定する目的で，1975年3月～5月に壱岐沖および見島沖のマダイ漁場で漁船を用船してマダイ親魚の採集を行った．

この報告は採集された親魚の生殖腺を中心にして得た諸情報を基礎にして，成熟過程および産卵期，卵巣内卵数および油谷湾に来遊するマダイ稚仔の発生源の推定について知見をとりまとめたものである．

調査時期，調査海域の設定理由は以下のとおりである．

1972年～1974年の油谷湾調査で得られた知見[1]から，以下のような推定が行われる．

1) 油谷湾に浮遊期のマダイが出現するのは4月下旬である．

2) 湾内で産卵が行われるのではなく，湾外で産卵されたものが卵または浮遊期の仔魚として輸送されるものである．

3) 湾内でのそれまでの調査で採集された仔魚の最小全長は7㎜台であって，産出後の経過時間は最大でも1ケ月を超えることはないであろう．

4) したがって，流れによる輸送の経路，所要時間を考慮すると，油谷湾に出現する仔魚の起源の推定は可能であろう．

以上の諸点を考慮して，補給源として可能性のありそうな海域を数点選び，さらに調査条件をも加味して調査域を設定した（図3参照）．九州近海のマダイの産卵時期に関しては，従来から漁業情報や調査を総合して大まかな推定が行われてきた．例えば鹿児島県の甑島周辺では3～4月，五島灘の鯵曽根で3月下旬～5月下旬，平戸で3月～6月，壱岐水道の七里ケ曽根

で3月～6月，沖の島で3月下旬～6月となっている[2,3]．マダイの卵巣卵の成熟過程および産卵数に関しては，沖の島周辺のマダイの周年観察による松浦[4]の詳しい報告がある．しかし山口県沖合のマダイの産卵時期に関する調査や報告はほとんど行われていない．この報告は1975年1年限りの，しかも3月末～5月中旬の間の3回の親魚採集で得た資料を用いているために，群の成熟過程や時期の推定に粗さは免れないが，油谷湾との関連でみる場合，大まかな判断材料を提供し得るものと考える．この報告を発表するにあたり，御校閲いただいた西海区水産研究所長佐藤重勝博士，内容について懇切な御指導をいただいた西海区水産研究所下関支所矢野実支所長，花渕信夫室長に深甚なる謝意を表する．この報告は，壱岐および見島の調査に直接関与された大内明氏（現日本海区水産研究所浅海開発部長），大川浩氏（故人），三栖寛博士（水産大学校教授），西海区水産研究所下関支所の諸氏，標本測定に御協力いただいた山口県外海水産試験場漁業科，増殖科の諸氏の御尽力の賜ものである．記して感謝申し上げる．

材　料　と　方　法

壱岐沖合および見島沖合におけるマダイ親魚の採集は，3月下旬，4月中旬（または下旬），5月中旬の3回に亘って行われた．採集方法は壱岐では勝本漁協所属の一本釣り漁船20隻を用船し，平曽根，荒曽根，七里ケ曽根の3ケ所に各々配船して同時に採集を行い，また見島沖については長門市通漁協所属の延縄漁船2隻を用船し，仙崎横ぐり（5月のみ千里ケ瀬），八里ケ瀬の2ケ所に各1隻を配船して採集を行った．当初，壱岐および見島共，3月下旬，4月中旬，5月上旬にほぼ日を同じくして採集する計画を立てたが，荒天のために壱岐の2回目の採集が予定より10日余り遅れ，4月下旬となった．両海域の採集月日，採集尾数，尾叉長範囲，平均熟度指数は表1のとおりで，採集尾数は壱岐で雄114尾，雌163尾，計277尾，見島雄100尾，雌104尾，計204尾であった．標本処理は壱岐のものは現地で水揚げと同時に尾叉長，体重を測定し，同時に開腹して生殖腺と胃を採取した．生殖腺はその場で重量測定した後，胃と共に10%フォルマリンで固定して研究室に持ち帰った．見島のものは，山口県外海水産試験場および西海区水産研究所下関支所に標本を持ち帰り，そこで尾叉長，体重を測定後開腹して，生殖腺，胃を採取し，同時に重量測定を行って10

表 1. 採集日別，場所別，雌雄別，採集尾数と尾叉長範囲および平均熟度指数

漁場	年月日	1975. 3.27						1975. 4.25						1975. 5.13					
		標本数		尾叉長範囲		成熟度指数		標本数		尾叉長範囲		成熟度指数		標本数		尾叉長範囲		成熟度指数	
		雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌
壱岐	平曽根	2	21	28 34	22 56	0.7	4.2	2	1	26 32	27	9.2	2.2	2	6	37 43	34 39	10.0	4.6
	荒曽根	1	20	47	27-57	5.6	4.8	11	10	24-52	26 45		6.0	7	10	30-40	25-44	10.3	9.2
	七里ケ曽根	6	19	27 37	26 44	5.6	8.4	35	47	25 51	25 61	13.4	11.8	48	29	27 60	27 54	11.4	8.0
	計	9	60					48	58					57	45				
		1975. 3.28						1975. 4.15						1975. 5.12					
仙崎	仙崎横ぐり	11	23	31-45	31-48	10.6	8.5	25	18	30-59	32-55	12.5	14.5	—	—	—	—	—	—
	八里ケ瀬	8	14	28-51	24 52	1.4	4.1	20	17	33-53	33-66	12.4	15.7	22	15	31-55	29-50	10.2	10.8
	千里ケ瀬	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	17	30-48	28-60	9.5	14.6
	計	19	37					45	35					36	32				
合計		28	97					93	93					93	77				

%フォルマリンで固定した．卵巣は採取時に以下に示す基準にしたがって肉眼判定による成熟度区分を行った．

A型：卵粒が卵巣表面からまだ認められないもの

B型：卵粒が卵巣表面から認められるもの

C型：卵粒中に透明な熟卵が混り，卵巣表面からそれが認められるもの

D型：熟卵が卵巣腔に集っているか，または卵巣の萎縮程度が進み，明らかに産卵進行中であると認められるもの

卵数算定は重量法によった．すなわち，全標本のうち各成熟段階から代表的な標本80個を選び，左側卵巣中央の上部表面から1/3の深さの卵塊0.05 g について計測し，これを引きのばして総卵数とした．また卵巣腔に集った成熟卵は別に計量し，その中の一定量を抽出して卵数を算定し，その総卵数を前記卵数に加算した．卵数算定に用いた同じ材料で卵径測定も行ったが，この場合，1標本について300個の卵粒を万能投映器で50倍に拡大して測定した．卵数の算定および卵径の測定にあたっては，万能投映器の映像から松浦[4]が示した下記の基準にしたがって卵の発育段階別の識別を行い，参考とした．

1) 核が透けて見え，全体的に透明度が高い小型の卵——未成熟期卵団

2) 卵の中央域は不透明度を増すが，表層部がやや透明な卵——卵黄胞期卵団

3) 卵全体が不透明な卵黄を蓄積した卵——卵黄球期卵団

4) 卵径が増大し，卵が茶色に透けて透明度も高くなる卵——成熟期卵団

上記の材料と同部位から別に切り出した材料を用いて組織標本を作成し，成熟過程の観察に供した．組織切片はセロイジンで包埋し，マロリー三重染色およびデラフィールド・ヘマトキシリン－エオシン二重染色をほどこした．組織学的観察にあたっては山本[5]，立石[6]を参考に，特にマダイについての松浦[4]の基準にならって，各発育段階を以下のように規定した．

1) 細胞内にまだ卵黄を蓄積せず，核の内側周辺に多数の仁（N）が接着——周辺仁期 pn（図版1）．

2) 細胞質中に小液胞が出現する——卵黄胞期 yv（図版2）．

3) 液胞間にエオシン好性の小卵黄球出現——前期卵黄球期 eyg（図版2）．

4) 卵黄球の数と大きさの増大および卵径の増大——中期卵黄球期 myg（図版3）．

5) 卵径さらに増大し，細胞質中に卵黄球が充満，卵膜肥厚——後期卵黄球期 lyg（図版4）．

6) 胚胞gvが時に大型液胞を伴って極方向に移動——胚胞移動期 mn（図版5）．

7) 卵黄球が溶解し，核膜は消失，大型液胞散在——前成熟期 pm（図版6，7）．

8) 細胞質は透明，無構造状——成熟期 m（図版8）．

結果および考察

1. 尾叉長組成

水域別尾叉長組成を図1に示した．見島沖の標本については仙崎横ぐり，八里ケ瀬，千里ケ瀬の各組成を別々に図示した後，さらに見島沖として一括してその下段に示した．壱岐沖については，漁場が相互に近く標本も七里ケ曽根に片寄っているので一括して最下段に示した．見島の3漁場間でも，壱岐，見島両水域間でも尾叉長の分布幅に大きな差はないが，壱岐沖の標本は尾叉長300㎜台に集中するのに対し，見島沖は300㎜台と400㎜台にモードを持っており，産卵親魚の年齢構成が両海域で相当異なっていたことを示している．両海域共雌雄による組成の違いはみられない．

2. 卵径組成

松浦[4]によれば筑前海域のマダイの卵巣卵は3月頃から発育を開始することが認められている．壱岐海域も見島海域も位置的にそれに近いことから，両海域の卵巣卵の発育開始も筑前海域のそれと近い時期にあるものと思われる．卵巣卵の発育は卵巣重量の増大と卵巣内の卵径組成の急激な変化を伴っている．ここではさきに示した肉眼判定による成熟度区分ごとに，若干の組織学的観察による知見も加味して卵径組成の変化からみた成熟過程の検討を行う．卵巣卵はどの発育段階でも多数の未成熟卵（周辺仁期—pn 以下の小型の卵）を擁しているが，本報告では，卵径測定は0.16㎜

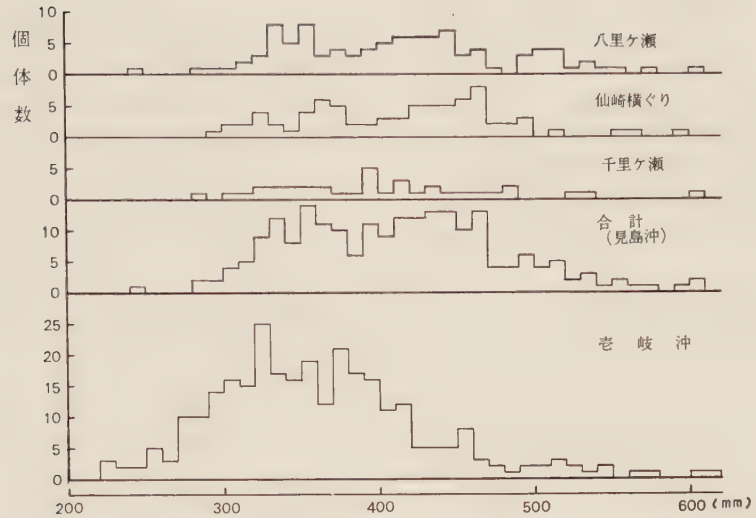


図 1. 産卵調査海域別のマダイ標本成魚の体長組成（長叉長）

以上とした．0.16㎜以下は周辺仁期以下の未成熟卵であり，この卵径付近から未成熟卵にまじって卵黄胞期卵—yv が出現し，次第にその数を増す．肉眼判定で区分したA～D型に至る卵巣卵の卵径分布は，急速な発育期を反映して，同じ成熟度区分内でも発育段階が異なるため個体ごとに現われ方がまちまちである．そこで同じ成熟度区分に含まれる卵巣の卵径分布のいくつかの型を，発育段階を追って順次図示した(図2)．図の上欄には卵の発育段階別の卵径範囲を松浦[4]の示した基準を基礎に，筆者の観察結果によって若干修正して示した．以下図にしたがって各成熟度区分ごとに成熟過程を検討する．

A型：この段階の卵巣は3月末には壱岐，見島両海域に共にみられたが，4月に入ると壱岐沖では卵巣の状態からおそらく産卵に参加しないと思われる尾叉長200㎜台の個体に限ってみられ，見島沖の八里ケ瀬では成熟の遅れた400㎜台の個体もみられた．この型の卵巣卵の多くは未成熟卵団にとどまるが，一部の個体には卵黄胞期卵が散見された（A）．

B型：卵巣表面から卵粒がはっきり見えるようになるのは前期卵黄球期卵—eyg が出現しはじめてからで，それから成熟卵が出現するまで卵巣内は急速に，そして複雑に変化する．まず多数の未成熟卵団と卵黄胞期卵団の中に，前期卵黄球期卵が現われ，次第にその数を増す（B-1，2）．前期卵黄球期卵の卵径が増大する中で，やがて中期卵黄球期卵—myg が出現し（B-3），これらの峰が全体として右に動いて0.5㎜台に後期卵黄球期卵—lyg が現われる（B-4）．ついでそれまでのすべての発育段階の卵を含みながら胚胞移動期卵—mn がみられるようになる（B-5）．この段階の卵の発育過程は短時間で経過するという事情によるものか，卵径組成に明瞭なモードを示す標本は極めて稀である．

C型：卵巣は飛躍的に肥大して卵巣表面から透明卵がみられるようになるが，まだ透明卵が卵巣腔に集っていない状態の卵巣で，卵黄胞期卵の卵巣内比率の低下と前成熟期—pm から成熟期—m に至る分離卵団の形成を特徴としている．この段階の卵巣内も相当複雑ではあるが，卵黄球期から胚胞移動期，さらに前成熟期への移行が短時間に行われることを反映して，C-1のように後期卵黄球期卵がみられずに，中期卵黄球期卵からいきなり胚胞移動期卵の組成を示したり，C-2のように胚胞移動期卵が欠けて，それ以降の発育卵に飛躍するような組成を示すケースがほとんどである．組織切片による観察でも，胚胞移動期以降の3段階の発育卵が同時にまとまって卵巣内にみられたというケースはなく，ほとんどの場合はそのうちの一者が優先する．

D型：この段階は肉眼でみて，成熟卵が卵巣腔に集められた状態と，卵巣の表面からみて，その状態を経

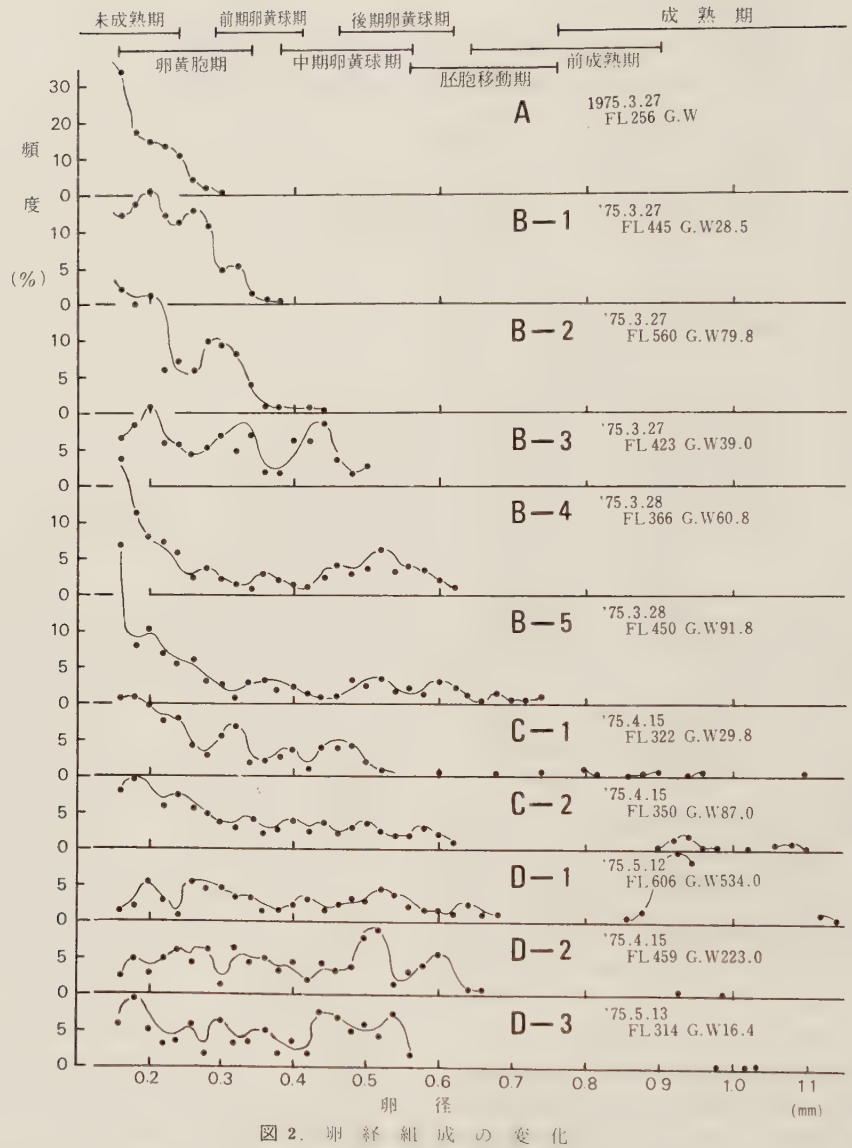


図 2. 卵 巣 組 成 の 変 化

過しつつあると判断された卵巣であるが，ここでもその初期から後期までさまざまな様相を示す．全体に卵巣内の卵黄胞期以下の卵は極度に少なくなるが，まずD-1のように卵黄球期卵に比較して，成熟期の卵が著しく多いタイプが出現する．これらの卵巣は肥大して，表面は伸張状態にあり，産卵初期と思われる型のものである．次に卵巣腔のみに僅かに成熟期卵をもち他の若い卵母内に成熟期卵をもたない場合や，若い卵母内に僅かに成熟期卵をもつ，一見B型ないしC型に近い卵巣もみられる．これらの卵巣表面は柔かく弛緩状態を呈するが，その内容も中，後期卵黄球期卵の比率が高く，組織切片によって観察すると卵巣内には多くの新旧の排卵痕がみられ，産卵過程にあることは明らかである（D-2）．マダイは多回産卵魚であることはよく知られているが，その産卵期間は個体でも，60日[7]，46日[8]，という長期間に亘ることが飼育実験で

観察され，しかも毎日産卵をくり返すとされている[8,9]．したがってD型はD-1の卵巣が産卵によってD-2となり，再び新しい成熟卵を卵巣腔に蓄えてD-1に移行するという過程を毎日くり返しつつある状態を現わしているものと思われる．このような過程をくり返した後，ある程度の中，後期卵を残しながら外部観察からも著しく萎縮した卵巣がみられるようになる（D-3）．これらの卵巣内は組織間に間隙が多く，無数の古い排卵痕の団塊がみられ，多くの場合，その間に崩壊過程の卵を含んでいる．このような卵径組成を示す卵巣はおそらく産卵終了期を迎えたものであろうと思われる．

3．漁場別にみた成熟過程の推移と産卵期の推定

1）肉眼判定による漁場別群成熟度の推移

図3に肉眼判定による各成熟度A～D型の出現比率を漁場別，調査日別に示した．以下にその推移を説明する．

壱岐沖：壱岐勝本から対馬方向に向かって手前から

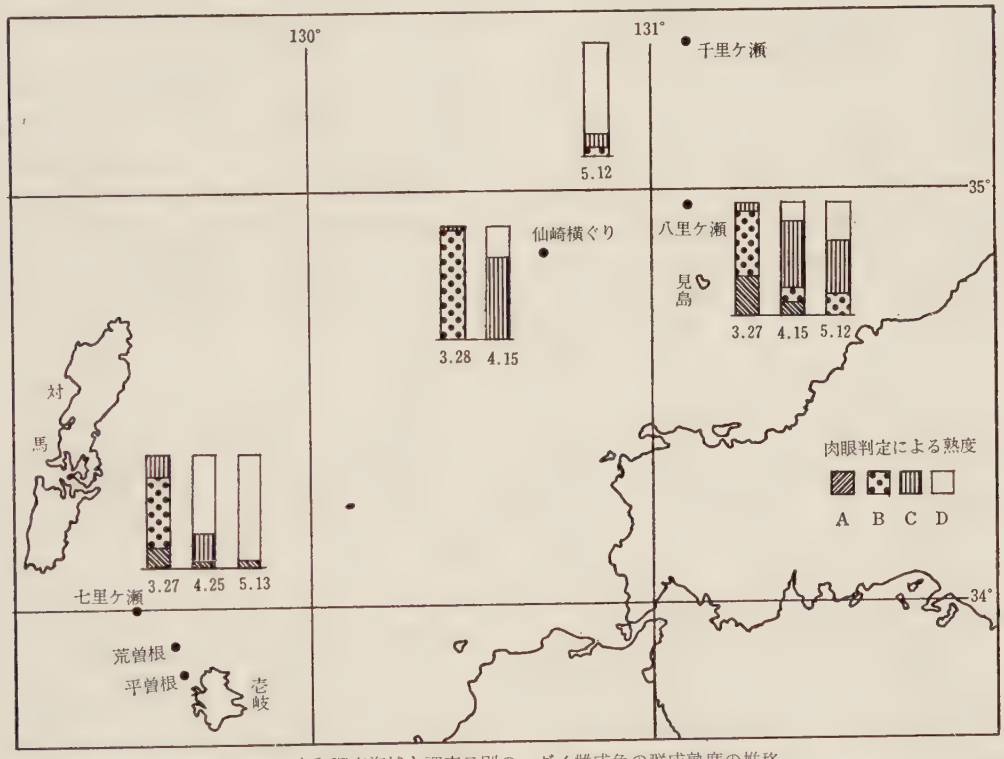


図 3．　産卵調査海域と調査日別のマダイ雌成魚の群成熟度の推移

平曽根，荒曽根，七里ケ曽根と産卵場が連なる．図のように3月末にはまだD型の出現はみられないが，すでにC型が16%みられ，産卵開始の近いことを示唆している．A型はすべて尾叉長200㎜台の低年齢魚であった．4月末には卵巣腔に成熟卵をもつD型が67%を占め，残りはA型とC型で，A型はすべて尾叉長200㎜台の産卵に参加しないと思われる個体であった．半月後の5月中旬にはほとんどがD型となり産卵に参加しないであろう低年齢魚のA型を除けば，群成熟度は100%に達している．

仙崎横ぐり：見島の西方約23海里に位置する．3月下旬はほとんどB型で，C型が4%占めているにすぎない．ここでは尾叉長200㎜台の個体が採集されず，A型がみられなかった．4月中旬にはすでにD型が28%出現し，その他はすべてC型に移行しており，すでに産卵が開始されていることを示唆している．5月に

入ると，この海域でのマダイの延縄漁業が成り立たないという漁業者の意見を参考に調査漁場を，見島北方35海里沖合の千里ケ瀬に移して採集を行った．

千里ケ瀬：5月中旬にはD型が82％を占めており大部分が成熟，産卵状態に入っているように思われる．

八里ケ瀬：見島北方約12海里に位置する．3月は八里ケ瀬，4～5月は北八里ケ瀬と漁場位置が若干移動した．3月下旬にはC型が7％程度みられたほかは，ほとんどがA，B型によって占められる．A型はその大部分は尾叉長300～500㎜台の当然産卵参加を予想される個体であるから，壱岐沖，仙崎横ぐりと比較して現象的にかなり成熟が遅れているように思われる．4月中旬になるとC型が59％と主体をなし，D型およびA，B型がそれぞれ18％，6％，12％みられた．5月中旬にはC，D型で87％を占めるに至るが，なおB型が13％みられ，群成熟度は他の漁場より遅れているように思われる．以上のように肉眼判定による成熟度からみた産卵期は，壱岐海域の方が見島海域より早く始まるようで，マダイの産卵期は南西海域から時期を追って北上するという従来の知見と一致している．

2） 熟度指数および組織学的観察

次に肉眼判定によるおおづかみな群成熟度の知見を基礎に，熟度指数(Gonad index $GI=(GW/FL)\cdot 10^3$ ……GW 卵巣重量，FL 尾叉長）と組織学的観察内容をつき合わせて，より細かな成熟過程の検討を行い産卵期間および産卵盛期の推定を試みる．

壱岐沖：肉眼判定による成熟度区分にしたがって各調査日別，熟度指数をプロットし，図4－aに示した．まず3月下旬についてみると，熟度指数はおおよそ1～20の範囲にあり変異の幅が大きい．最も成熟の進んだC型は尾叉長300㎜台に集中するが，これらの標本はすべて沖合の七里ケ曽根のもので，他の壱岐寄りの漁場の大型魚より成熟状態が進んでおり，沖合先熟の傾向がみられた．因みに平曽根，荒曽根，七里ケ曽根の卵巣の平均熟度指数はそれぞれ4.22，4.78，8.42で七里ケ曽根の値が著しく高い．組織標本による観察ではB型卵巣のすべてに後期卵黄球期卵がみられ，一方C型卵巣は全部胚胞移動期卵と成熟期卵をもち，同時に僅かながら排卵痕（図版10）が認められた．このことはすでに初期の産卵行動に入ったか，またはそれに

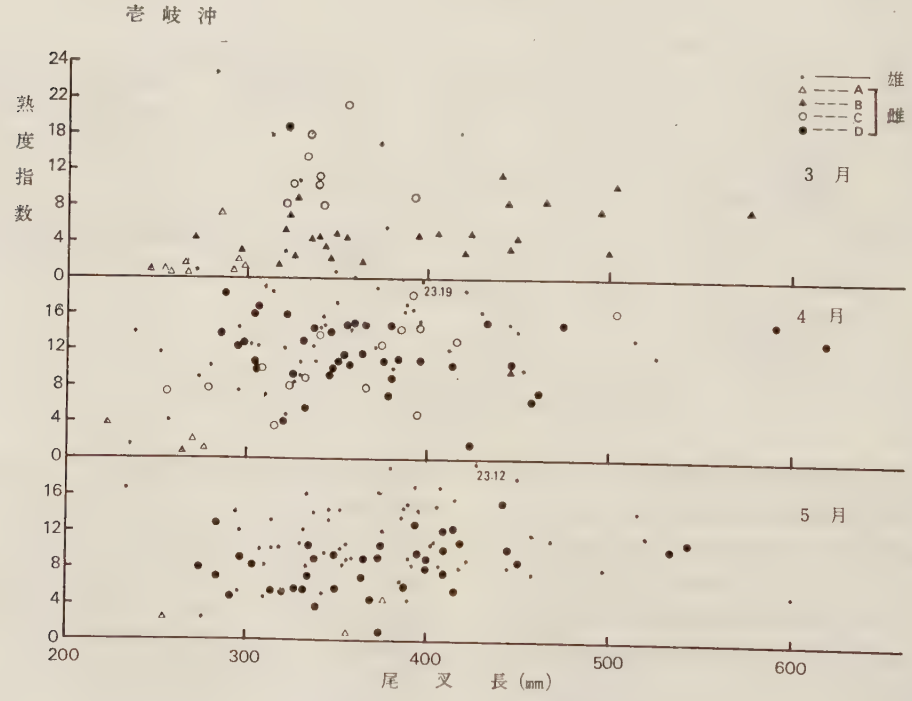


図 4－a．月別熟度指数の推移

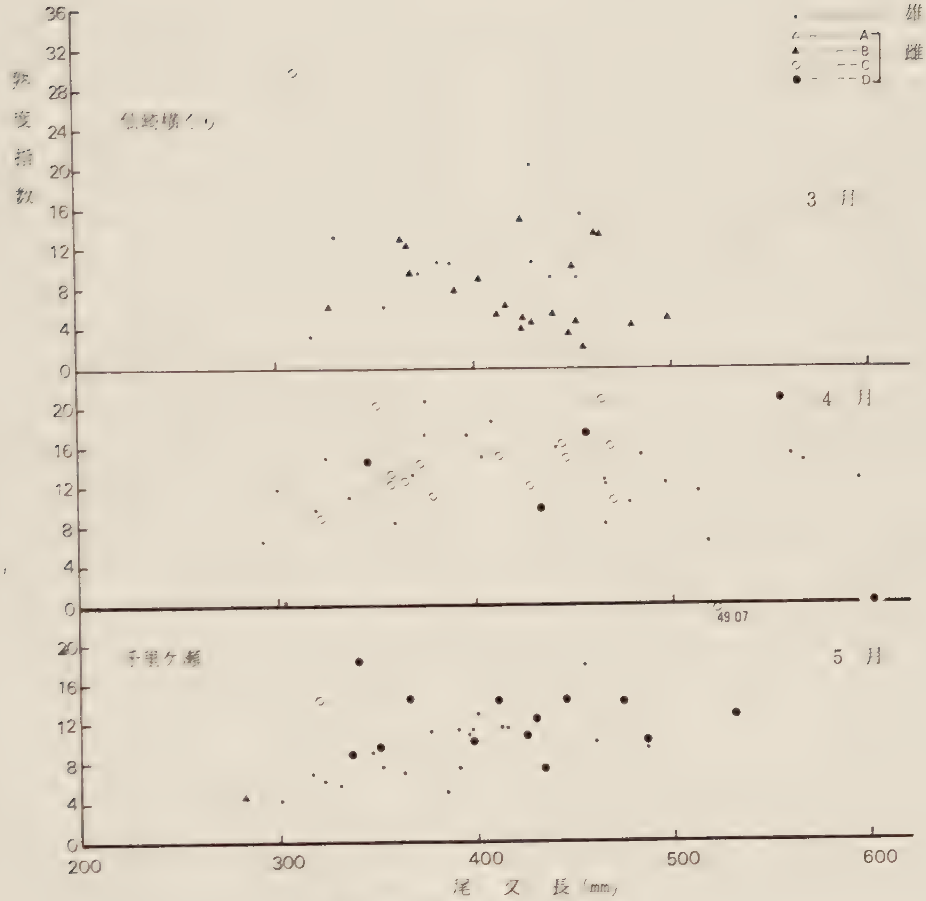


図 4 b　月別熟度指数の推移

[illegible]であることを示している。なおBまたはC[illegible]，B～C型とした2個体の[illegible]。[illegible]ものと思われ，実際にはC，D型の個体を[illegible]。5月中旬にはほとんどがDであったが，熟度指数は4月より著しく低下し，平均値は7.8となる。熟度指数5以下の卵巣[illegible]，組織学的[illegible]（写真11，12），組織像からみて，それらの多くは産卵終期に入ったものと推察された。尾叉長298mm，卵巣重量23.6 g，熟度指数8.92の雌の卵巣には[illegible]が観察されたが（写真13），このような例からみて産卵[illegible]を残しながら，卵巣組織[illegible]

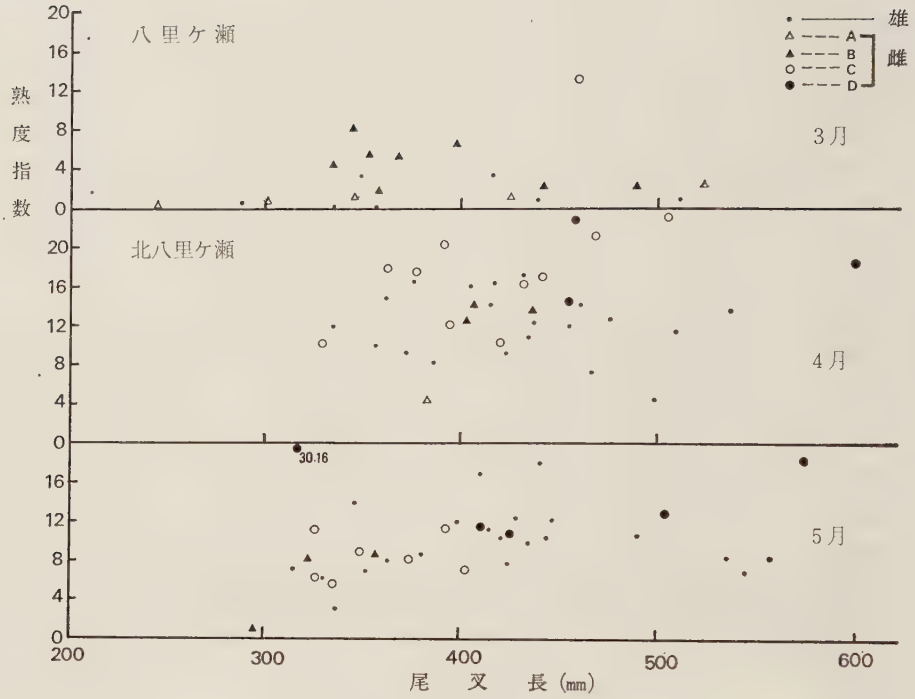


図 4-c. 月別熟度指数の推移

総合してみると，3月末には部分的に産卵が開始され，4月上旬以降B型からC型へ，そしてさらにD型へと急速に移行し，4月末の全体の成熟状態からみて，おそらく4月中旬以降5月上旬にかけて群としての産卵盛期があり，以後5月末頃まで続くものと考えられる．なお図には雄の熟度指数もプロットしたが，どの調査日の値も雄が雌より高い傾向にある．しかし全体として雌同様4月より5月の値が低下し，平均値は4月13.0，5月11.3となっているが，その変化は雌ほど著しくない．

仙崎横ぐり：熟度指数分布を図4－bに示す．3月末の平均熟度指数は8.45で同時期の壱岐沖の値よりやや低い．B型卵巣は全部後期卵黄球期の段階にあるが内容的には進んだ成熟過程にあり，あまり時間を経ずしてC型に移行するものと思われる．組織標本によって観察したB型卵巣の全部に，後期卵黄球期の崩壊卵が高い頻度でみられた．このように多数個体が後期卵黄球期まで発育した卵を崩壊させていることからみて，この時期に産卵群の成熟の進行を一時的に抑制するような環境事情があったのではないかと思われるが，いづれにしても注目される現象である．4月中旬になると熟度指数は平均14.5と上昇し，成熟は飛躍的に進行する．組織標本による観察では，C型の一部とD型卵巣に僅かに排卵痕がみられるが，全体として組織像の崩れも少なく，したがって成熟の早い個体が産卵を開始したとしても，群全体としてはまだ産卵行動が本格化していないものと思われる．5月の採集はすでに述べたような理由で行われなかった．仙崎横ぐりの5月段階における漁場消失が，マダイの産卵終了によるものかどうかは明らかではないが，もし産卵が終了したものだとすると，4月上旬～5月上旬の短期間に産卵期を経過したことになり，他海域の場合と比較して期間的にやや不自然さがある．5月には調査を行わなかったために，その実態は把握されていないが，いづれにしても，すでに述べた成熟過程からみて産卵開始は4月上旬以降であり，壱岐沖より少なくとも10日～半月程度遅いものと推定された．なお雄の熟度指数は3月末では雌より高く，雄性先熟の傾向がみられた．

千里ケ瀬：熟度指数分布を図4－bの下段に示した．

C型に熟度指数49.07という大きな値がみられたが，平均値は14.62でD型が多数を占めている割合には値は相対的に高い．組織標本でみると，D型卵巣の組織間の間隙が少なく充実しており，排卵痕も少ないかまたは観察されない個体も多く，したがって群としては産卵開始間もない状態にあると思われる．しかしそれらの卵巣のすべてにかなり多くの胚胞移動期卵が観察されているので，いづれにしても産卵盛期に入るのも間近なものと推定された．

八里ケ瀬：熟度指数分布を図4-cに示した．3月末の平均熟度指数は4.07で，壱岐沖，仙崎横ぐりに比較してかなり低い．卵巣卵はC型の1個体を除けば，すべて後期卵黄球期の段階にあった．C型卵巣には正常な胚胞移動期，成熟期の卵に混って，崩壊の進んだ卵黄球期卵が多数観察された．4月中旬には多くはC型に移行し，熟度指数は平均15.67と飛躍的に上昇した．八里ケ瀬から北八里ケ瀬へ採集位置が若干移動した事が反映してか，標本がやや大型になっている．C型もD型も熟度指数の水準がほとんど等しく，成熟過程もあまり変りない状態であろうことを示唆している．組織標本による観察ではC，D型の全部の卵巣内に胚胞移動期以上の卵が認められ，D型卵巣とC型卵巣の一部に僅かながら排卵痕がみられた．しかし卵巣内の組織像から判断すると，ようやく一部が産卵を開始した段階であろうと推察される．1ケ月後の5月中旬の熟度指数は明らかに前期より低下し，その平均値は10.83である．特に尾叉長300㎜台の標本のC型卵巣指数が全体的に低いが，組織標本の観察では指数8以下のものは明らかに排卵痕がみられ，指数の高い個体の卵巣はやや古い崩壊卵を多数含んでいるが排卵痕はほとんど認められない．D型卵巣は組織間に間隙が多く排卵痕の古い団塊も認められることから，産卵過程もかなり進んだ段階にあるものと思われる．なおBと判断された1個体（尾叉長324㎜）の卵巣内には明らかに排卵痕が認められたほかに，同じくB型の前期卵黄球期の卵巣卵のすべてが崩壊吸収過程にある個体

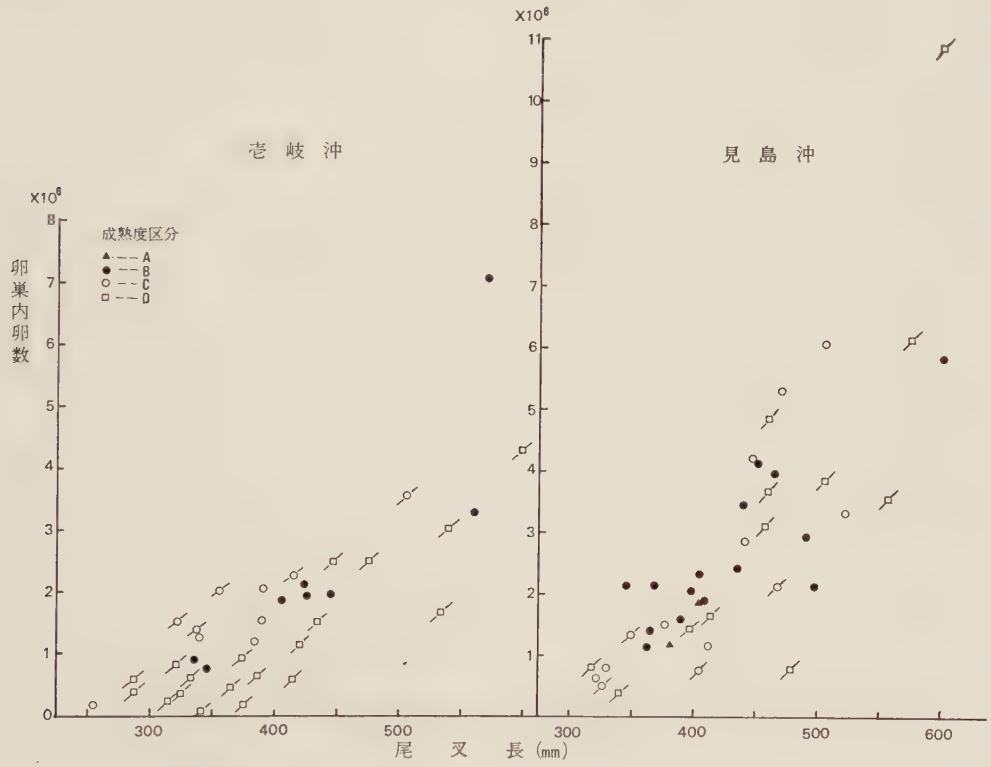


図5．水域別卵巣内卵数の分布（卵黄胞期以上に発育した卵）
（斜線を入れた標示は排卵痕を有する個体）

(尾叉長296㎜) もみられた (図版14). 雄の熟度指数は, 雌とほぼ同じ動きを示した. 以上のような成熟過程からみて, 八里ケ瀬の産卵開始は4月中旬頃大型魚に始まり, 5月上旬から中旬またはそれよりやや遅い時期にかけて産卵の盛期をもつものと推定されるが, 群内にはさらに6月中も産卵する個体があるものと思われる. 熟度指数および組織学的観察にもとづく各水域の成熟過程と産卵時期の推定はおおよそ以上のようになる. 壱岐海域の産卵開始時期は見島海域のそれより一旬ないし半月程度早く産卵盛期もほぼそれだけ時間的にずれてゆくが, これらのずれは各水域がマダイの産卵適水温となる時期と密接にかかわりあっているものと思われる. 養成魚の産卵水温は大体14～15℃に始まり, 21～23℃で終了する[1]. 一方西日本沿岸のマダイ産卵期の水温は50m層で14～19℃[10], 瀬戸内海で15～17℃[9] となっている. 1975年の壱岐沖の3月中旬の表面水温は15℃台で, すでに産卵適水温の下限に近い. 見島沖の3月下旬の観測資料はないが, 3月10日前後の仙崎横ぐり, 八里ケ瀬付近で13℃台(表面)[11] となっており, 壱岐沖同期より1～2℃低目であった. 見島沖合の産卵開始期と思われる4月中旬頃には対馬暖流の勢力も次第に強まり, 15℃の水域が舌状に見島近海に延びる. 一方, 5月上, 中旬の壱岐近海の表面水温は16～17℃となっているが[10], 見島近海の5月上旬の表面水温は15℃台で推移した[12]. 1975年3月～5月の壱岐近海の水温は例年に比較してやや低目だったので, この海域の例年の産卵開始はもう少し早い可能性がある. いづれにしても両海域における産卵時期のずれは, 産卵期間内における1～2℃の水温差に影響されていたものと考えられる.

4. 卵巣内卵数

卵黄胞期以上に発育した個体ごとの卵巣内卵数を, 尾叉長に対してプロットし図5に示した. 見島沖の仙崎横ぐり, 八里ケ瀬, 千里ケ瀬は見島沖に一括した. 図のように, 成熟過程の違いを反映して個体間の卵数の差は大きいが, 尾叉長に対する卵数の上限を結んだ線は指数曲線的変化を示す. 両海域の尾叉長に対する卵数増加傾向を比較すると, 尾叉長300㎜台ではほぼ同水準であるが, 400㎜台以上になると壱岐沖の値はかなり低い. これは両海域の成熟産卵の時期のずれの反映とみられる. 図5の上限を結んだ指数曲線上の卵数を読みとり, これと松浦[4] が示した図から読みとった値とを対照させて表2に示した. 本報の壱岐沖, 見島沖および松浦の沖の島周辺の各水域間の推定卵数には大きな差はみられない. 一方, 卵内に卵黄を蓄積した卵

表2. 水域別推定卵巣内卵数 (卵黄胞期以上の卵)

場所 ＼ 尾叉長(㎜)	300	350	400	500
壱　岐(小嶋)	100	170	250	
見　島(小嶋)	80	180	270	600
沖の島(松浦)	70	150	250	550

卵数は×10^4

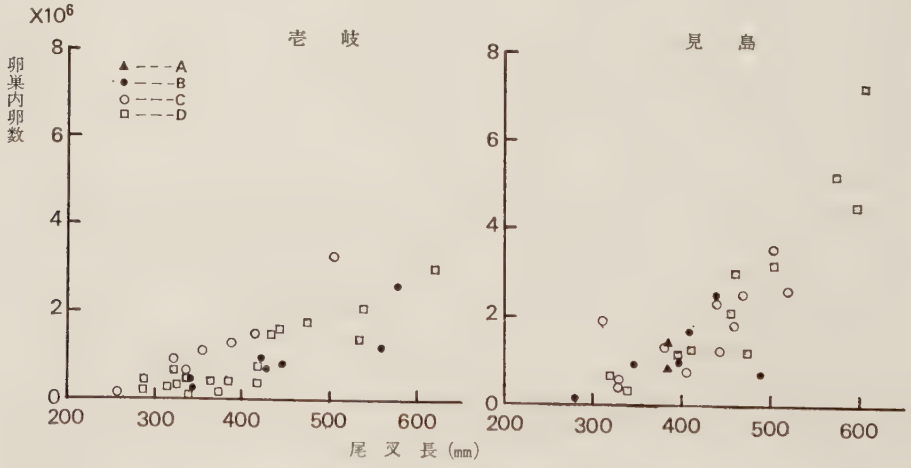


図 6. 水域別の卵巣内卵数の分布 (卵黄球期以上に発育した卵)

表 3. 水域別推定卵巣内卵数（卵黄球期以上の卵）

場所 ＼ 尾叉長(mm)	300	400	500	600
壱岐(小鳴)	70	180	330	
見島(小鳴)	70	200	400	700
沖の島(松浦)		120	300	550
養成魚(北島)	70	200	400	

卵数は×10^4

黄球期以上に発育した卵の卵数と尾叉長の関係を図6に示した．図6の尾叉長に対する卵数の上限を結んだ線の尾叉長ごとの値を読みとり，これと松浦[4]，北島[13]がそれぞれ報告した同様な図から読みとった値とを対照させて表3に示した．本報の値と比較して松浦の場合はやや低目であるが，北島の値はほぼ同じ結果を示している．これらの結果からみて，多回産卵であるマダイの卵巣卵は成熟過程の変化によってその数も刻々変化するけれども，卵巣内における卵数の最大値は上記水準付近にあるとみてよいように思われる．北島[13]はさらに飼育槽における個体の産卵総数についても触れているが，その平均産卵数は尾叉長350㎜で250万，400㎜で350万程度で，卵黄形成卵の1.5～2.0倍に及ぶとしている．これをさきに示した図5の見島沖の卵黄胞期以上の卵数の上限と比較しても1.4倍となり，飼育水槽での産卵数が天然のそれとあまり差がないと仮定すれば，卵黄胞期以上の卵巣内卵にさらに40%程度の未成熟卵団からの添加が産卵期間中に行われることになる．産卵も終末を迎えた個体の卵巣内には多くの場合卵黄球期卵を相当数残し，それらが崩壊吸収過程にある像がよく見受けられる．松浦[4]は大型魚（尾叉長630㎜）で約100万粒の崩壊卵をもって産卵を終った例を報告しているが，筆者の先の例では約50万粒（尾叉長298㎜）の残卵（ほとんどが崩壊卵）であった．しかし一般的にみて，上記の場合は例外と思われ，熟度指数8前後の卵巣組織の内部は著しく組織間の間隙も多くなるが，まだ健全な卵を多数抱えている．しかし指数5～4以下の卵巣になると，ほぼ産卵終了期に入ったものと思われ，それらの卵巣内の残卵は11.7万粒（尾叉長374㎜指数1.0），7万粒（尾叉長340㎜指数3.8），15.4万粒（尾叉長314㎜指数5.3）等であった．

5. 油谷湾への来遊稚仔と発生源の関係

マダイ稚仔が油谷湾に出現するのは通常4月下旬からで，ほぼ6月末まで来遊が続く．稚魚網に入る稚仔の全長範囲は2～15㎜で，その全長組成のモードは，4㎜前後にある[14]．また，浮遊，底生両期のマダイを採捕できる舟びき網に来遊初期に入るマダイの全長モードは10～12㎜である．俵ら[15]はこれらの資料と，1975年3～5月に西海区水産研究所下関支所が産卵調査と時期，場所を合せて行った漂流瓶・ハガキによる流況調査資料とをつき合せて，油谷湾に来遊するマダイ稚仔の発生源を推定した．すなわち壱岐西方海上で3月末に投入した漂流瓶・ハガキが東方の筑前，山口県沿岸に漂着した平均日数から稚魚網の全長3㎜のマダイの発生源を油谷湾西南42海里の範囲とし，また船びき網の11.5～12㎜のマダイの発生源を油谷湾西南78海里の範囲とした．前者は沖の島付近まで，後者は壱岐海域を範囲内に含む．俵ら[15]はさらに見島海域の流況については，漂流瓶・ハガキの漂着状況から，山口県沿岸に反流の存在もあるが，大部分の卵稚仔は北方に輸送されこの海域から油谷湾へマダイ稚仔が輸送される確率は小さいと推定している．俵らの以上の推定を基礎に，壱岐沖合の産卵場と，油谷湾のマダイ稚仔とを関連づけて以下に，油谷湾へ来遊するマダイ稚仔の発生源の推定を行う．

北島[13]によると飼育条件下のマダイの成長は積算水温と比例関係にある．北島が示した「水温が異なる飼育例での仔魚の成長」の図[13]から，ふ化後の日数，および全長を読みとると，水温17～20℃では全長4.5㎜が約13日，11.5㎜が約33～34日かかる．すでに述べたように，3月中旬から5月上，中旬にかけての壱岐近海の表面水温は15～17℃であった．天然のマダイの成長が，飼育マダイと同じだと仮定した場合，壱岐近海のマダイ稚仔の成長は，北島の低い方の水温の飼育例に近いか，それ以下と思われる．さきの俵らの11.5～12㎜の群の産卵場の範囲は，筆者の日数で修正すると99～68海里となり，範囲はさらに西南に20海里程のびるが，いづれにしても壱岐近海は発生源の想定範囲内である．さきに1975年の壱岐沖の産卵開始は3月下旬，その盛期は4月中～5月上旬頃と推定した．そこで5月上旬の船びき網の全長11.5㎜の稚仔は発生後約30日経過したものとすると，その発生時期は4月上旬にあたり，また，5月下旬入網の同サイズのものは4月下旬に発生したことになる．上記のように全長からの逆算による発生からの経過日数と産卵期またはその

盛期が一致すること，および流況との関連からみて，壱岐沖合起源のマダイ稚仔が油谷湾に輸送される可能性は大きい．しかし，油谷湾に来遊するマダイ発生源の解明には，発生源海域から油谷湾口にいたる海域におけるマダイ卵稚仔の時・空間分布の実態を把握するとともに，これに対応した流況を明らかにし，それらの相互関係を究明することが必要であり今後の課題となろう．

要 約

1975年3月から5月に，壱岐沖合および見島沖合においてマダイの産卵調査を行った．

1. 肉眼による卵巣表面からの熟度観察および熟度指数，組織学的観察を併用して各産卵場の産卵開始期，盛期，産卵期間等の推定を行った．

壱岐沖：3月末に部分的に産卵が開始され，4月中旬以降5月上旬にかけて産卵盛期があり，以後5月末頃まで続くものと考えられる．

見島沖：仙崎横ぐりの産卵開始は4月上旬以降で，壱岐沖より10日から半月程度遅く始まるものとみられる．八里ケ瀬の産卵開始は4月中旬頃に始まり，5月上旬～中旬またはそれよりやや遅い時期にかけて盛期を迎えるが産卵はその後6月の遅い時期まで続くものと思われる．壱岐沖と見島沖の産卵期のずれは両海域の産卵開始時期の1～2℃の水温差によるものと思われ，水温の年変動が両海域の産卵期に多少の変化を及ぼすものと考えられる．

2. 卵黄胞期以上の発育段階にある卵巣卵は全長300㎜で80～100万，400㎜で250～270万，500㎜で600万粒であった．産卵終了期における卵巣内の残卵は全長300㎜台の個体で普通7万～15万粒であったが，時には298㎜の個体で50万粒数えられた例もあった．

3. 油谷湾に来遊するマダイ稚仔の全長から逆算した発生日からの経過日数と産卵期間またはその盛期との一致，および流況との関連を総合すると，壱岐沖合起源のマダイが油谷湾に輸送される可能性が大きい．

文 献

1）森慶一郎・花渕信夫・三栖寛　1975：油谷湾におけるタイ類調査．昭和50年度漁業資源研究会議底魚部会西日本底魚分科会会議報告，18-28．

2）九州・山口ブロック水産試験場マダイ種苗生産研究会　1977：マダイ種苗生産技術の現状と問題点．5-22，日本水産資源保護協会．

3）長崎県水産試験場・福岡県水産試験場・熊本県水産試験場・佐賀県水産試験場　1973：東シナ海・有明海栽培漁業漁場資源生態調査とりまとめ報告書（昭和47年度）A，九州西海域編．5-18，西日本海域栽培漁業事業化推進協議会．

4）松浦修平　1972：マダイ卵巣卵の成熟過程と産卵数．九大農学芸誌，**26**，(1-4)，203-215．

5）山本喜一郎　1954：海産魚類の成熟度に関する研究Ⅱ，クロガレイの雌魚の成熟度について．北水研研報，(2)，68-77．

6）立石新吉　1958：サバ生殖巣の組織学的研究．対馬暖流開発調査報告書，4，50-52．

7）野口利夫　1968：水槽内のマダイの自然産卵．養殖，**5**(3)，81-85，(松浦修平1972年より引用)．

8）古賀洋文・田中義興・中園明信　1971：水槽内におけるマダイ・クロダイの産卵について．九大水産実験所報告，**1**，83-89．

9）梶山英二　1937：鯛．43-47，杉山書店，東京．

10）長崎海洋気象台　1950：西日本海況旬報．3～5月．

11）山口県外海水産試験場　1950：漁況・海況予報事業結果報告書，2-7．

12）山口県外海水産試験場　1951：漁況・海況予報事業結果報告書，2-7．

13）北島力　1978：マダイの採卵と稚魚の量産に関する研究．長崎県水産試験場論文集，(5)，26-35．

14）森慶一郎　1980：油谷湾における浮遊期，底生生活初期のマダイの生態．西水研研報，(54)，59-78．

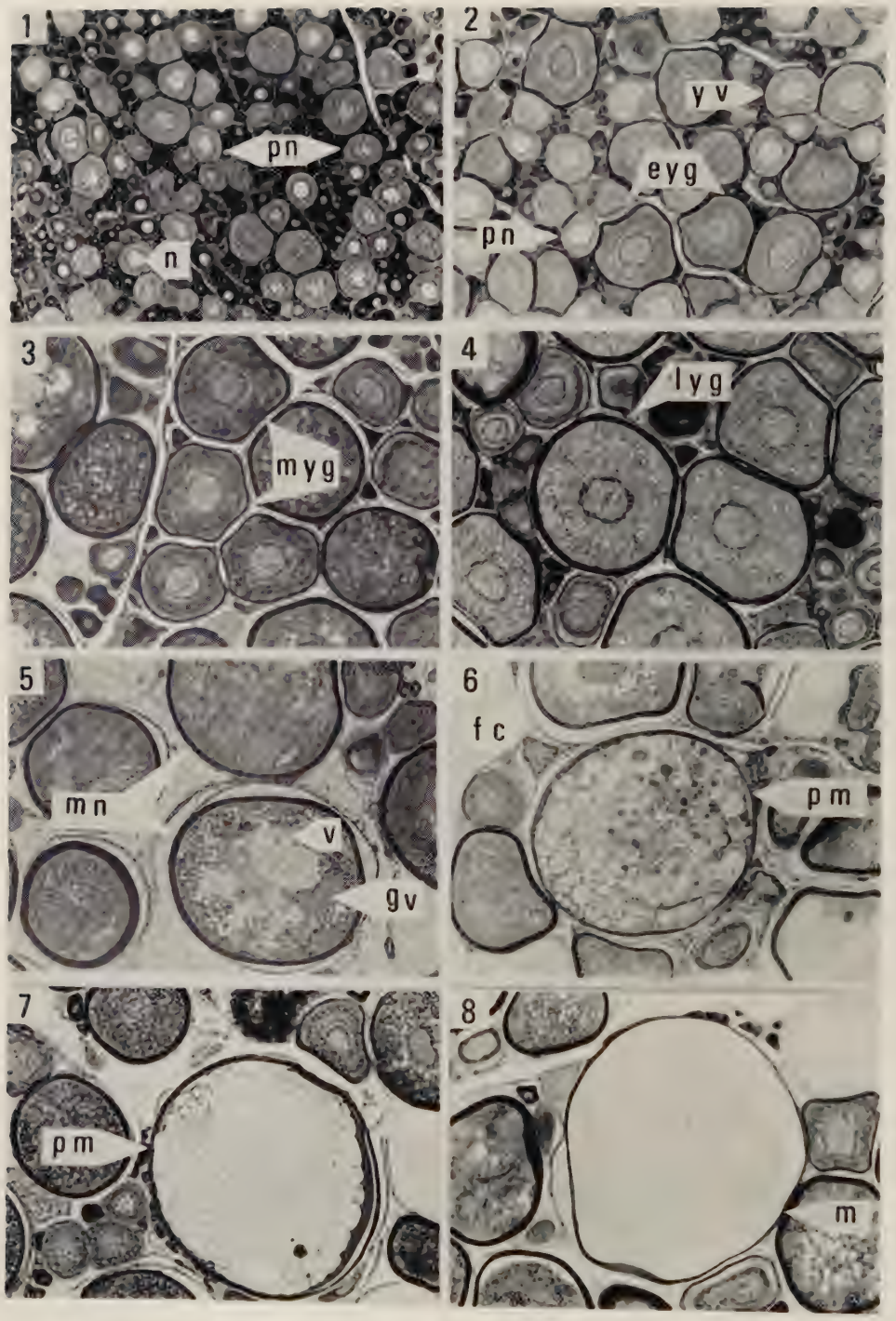
15) 倭悟・大内明　1980：油谷湾の海況および隣接海域の流況について．西水研研報，(54)，15-44.

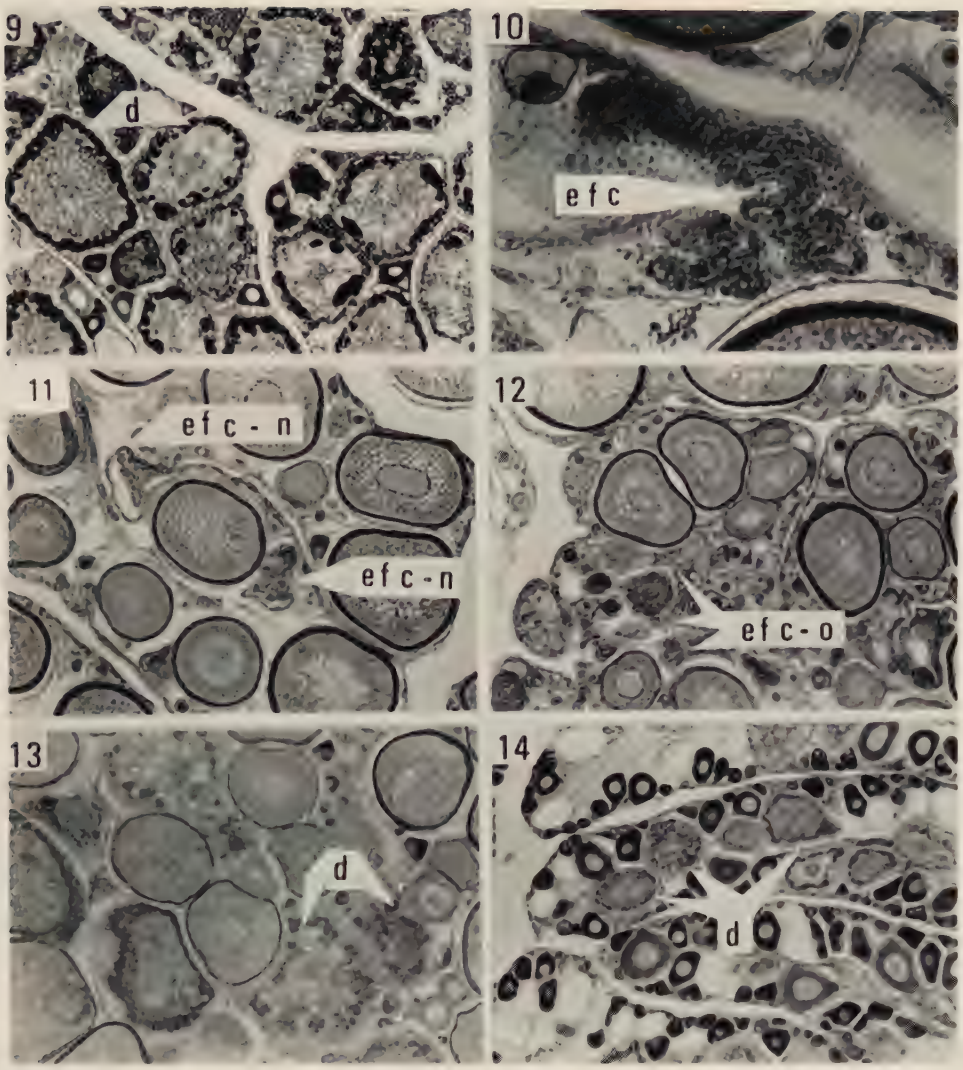
図版

1．未成熟期卵・卵黄胞期卵（尾叉長346㎜，体重810ｇ，卵巣重6.8ｇ）1975年3月　×56倍.
2．前期卵黄球期卵（尾叉長490㎜，体重2,210ｇ，卵巣重27.1ｇ）1975年3月　×56倍.
3．中期卵黄球期卵（尾叉長459㎜，体重2,060ｇ，卵巣重223.3ｇ）1975年4月　×56倍.
4．後期卵黄球期卵（尾叉長404㎜，体重1,515ｇ，卵巣重83.0ｇ）1975年4月　×56倍.
5．胚胞移動期卵（尾叉長398㎜，体重1,240ｇ，卵巣重64.0ｇ）1975年5月　×56倍.
6．前成熟期卵（尾叉長412㎜，体重1,400ｇ，卵巣重83.0ｇ）1975年5月　×56倍.
7．前成熟期卵（尾叉長318㎜，体重730ｇ，卵巣重97.0ｇ）1975年5月　×56倍.
8．成熟期卵（尾叉長522㎜，体重2,690ｇ，卵巣重698.0ｇ）1975年5月　×56倍.
9．全ての卵黄球期卵の崩壊(尾叉長392㎜,体重1,230ｇ，卵巣重54.2ｇ）1975年3月　×56倍.
10．排卵痕（尾叉長347㎜，体重760ｇ，卵巣重20ｇ）1975年3月　×310倍.
11．産卵末期の卵巣組織（尾叉長415㎜，体重1,230ｇ，卵巣重39.1ｇ）1975年5月　×56倍.
12．産卵末期の卵巣組織（尾叉長374㎜，体重910ｇ，卵巣重5.2ｇ）1975年5月　×56倍.
13．産卵末期の卵巣組織（尾叉長298㎜，体重560ｇ，卵巣重23.6ｇ）1975年5月　×56倍.
14．前期卵黄球期卵の崩壊吸収過程（尾叉長296㎜,体重520ｇ，卵巣重3.0ｇ）1975年5月　×56倍.

図版の説明

pn　: peripheral nucleolus stage　周辺仁期
n　: nucleolus　仁
yv　: yolk vesicle stage　卵黄胞期
eyg　: early yolk globule stage　前期卵黄球期
myg　: middle yolk globule stage　中期卵黄球期
lyg　: later yolk globule stage　後期卵黄球期
mn　: migrating nucleus stage　胚胞移動期
pm　: pre-maturation stage　前成熟期
m　: maturation stage　成熟期
v　: vacuole　空胞
d　: decaying egg　崩壊卵
gv　: germinal vesicle　胚胞
efc-n: newly formed empty follicle cell　排卵痕（新しいもの）
efc-o: old empty follicle cell　排卵痕（旧いもの）


1
pn
n
2
yv
eyg
pn
3
myg
4
lyg
5
mn
v
gv
6
fc
pm
7
pm
8
m


9
d
10
efc
11
efc-n
efc-n
12
efc-o
13
d
14
d

西水研研報 第56号，昭和56年3月
Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., No. 56, Mar. 1981

養殖マダイ産出卵の移送機構に関する研究—II．卵・仔稚魚の分布特性について

松浦 秀喜*・有薗 真琴**・角田 信孝*

Research on Transportation and Distribution of Eggs of Cultured Red Sea Bream–II. Distributional Pattern of Eggs and Larvae

Hideyoshi MATSUURA*, Makoto ARIZONO**, and Nobutaka KAKUDA*

The spontaneous spawning of the cultured red sea bream, *Pagrus major*, in a pen of Senzaki Bay, Yamaguchi Prefecture has been previously reported in relation to the influences on its natural resources[1]. This paper deals with the horizontal and vertical distributions of eggs and larvae occurred in this bay and neighbouring bay.

The material treated in this paper were all collected by a larva net, 71.5cm in diameter, 200cm in length with NGG 54 and 38 mesh, during the period from 1975 to 1977. The sampling by the larva net was made in three areas innermost small inlet in which the cultured pen is located, Senzaki Bay including this inlet, and neighbouring Fukagawa Bay.

1) Senzaki Bay has a steep bottom covered largely with mud, and seems to be a comparatively closed bay, based on its shape. While Fukagawa Bay is somewhat open and the major part of the bottom is covered with sand, and rocks or gravels are scattered in the peripheral shallow waters less than 10m depth, occupying about half of the bay. The most juveniles were collected from these shallow waters within the present research areas. Therefore, the shallow waters may be a suitable nursery ground for the early demersal life of the red sea bream juveniles.

2) Of the daytime samples by the horizontal tows made at five layers (0, 5, 10, 15, 20m depth) in inlet and the central part of Senzaki Bay, three types of fish

昭和56年1月14日受理 (Received January 14,1981)
西海区水産研究所業績 第389号 (Contributions from the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, No. 389)
*山口県外海水産試験場 (Yamaguchi Prefectural Gaikai Fisheries Experimental Station)
**山口県下関水産事務局 (Yamaguchi Prefectural Simonoseki Fisheries Secretariat)

eggs and 11 species or groups of larvae were selected to examined.

The distributional layer of these eggs varied with the egg types, depending chiefly upon their specific gravity, the time lapsed from the spawning, and environmental factors such as salinity and water movement. The sea bream type eggs, composed of mainly red sea bream, were collected chiefly near surface layer, but the eggs at advanced stages were also collected at deeper layers.

On the other hand, the red sea bream larvae appeared to be concentrated at 10m layer, together with other species such as anchovy, dragonets, scorpionfishes, trigger fish and flounder. The size composition of the larval red sea bream at each depth-layer were as follows; it ranged widely from 2 to 15mm in total length (TL) at 0-5m layer, the mode was 7mm in TL at 10m layer and 9mm in TL at 20m layer. It was supposed that larvae larger than 8mm in TL prefered to deeper layers.

3) The distribution of the sea bream type eggs and the newly hatched red sea bream larvae were examined by the vertical tows within the inlet. The occurrences of each developmental stage varied with time and space. The distributional patterns seemed to be influenced by two types of currents; the drift current and the tidal current. The former might influence more significantly upon the egg distribution. Although the major part of eggs was transported outside of the inlet, few larvae just hatched was found remaining within the inlet.

4) The sea bream type eggs collected by the oblique tows in the whole area of Senzaki Bay were found at the same developmental stage and at nearly same densities, except for the inlet, where the density was much lower than the other area of the bay. These results indicated that these eggs were diffused in a short time to the boundary area between the inlet and the bay. Thereafter they were rapidly transported over the Senzaki Bay. Eggs at advanced stages inclined to stay at the inner part of the bay, and a part of them to be mixed vertically. The distributional patterns of eggs of the other species in this bay were rather different from that of the sea bream type eggs.

At Fukagawa Bay, however, the sea bream type eggs, which were all transported from the outside of bay, were very scarcely distributed. On the basis of the changes in distribution of newly spawned and one-day eggs, the water of the bay seems to be exchanged at least once a day in both Senzaki and Fukagawa Bay, although more obviously in the latter.

5) Based on the oblique tow samples made in Senzaki Bay, the red sea bream larvae were found most abundantly at the inner part of the bay, like the other cooccurred species originated from both outside and inside of the bay. While at Fukagawa Bay, the larvae appeared to be transported from the outside of bay, and less concentrated. These results appeared to show that the larval distribution was determined mainly by the tidal current.

6) Of the larval red sea bream captured by the larva net, larvae just hatched to 4mm in TL were scarce and 5-7mm larvae were dominant in Senzaki Bay, but 3-10 mm larvae were equally captured in Fukagawa Bay. While larvae of the other species were found at every developmental stage and over the whole area of the bay. These results showed that most eggs and newly hatched larvae of the red sea bream originated from the pen might not remain within Senzaki Bay. It was speculated that they might be dispersed outside the bay during several days after spawning.

Further studies would be necessary especially on the process of transformation from pelagic larval stage to demersal juvenile stage.

はじめに

この研究の目的はマダイ養成親魚に由来する卵・仔稚魚の移送・拡散と天然資源への添加の有無を明らかにすることにある．前報[1]では，養殖場におけるマダイ親魚の産卵時期，期間，時刻，卵発生に関する室内実験結果および同時期に出現する他魚種の卵の飼育同定結果について報告した．

本報では，養殖場の位置する小湾入部とそれに連続する仙崎湾ならびに養殖場産出卵が直接移送される可能性の少ない深川湾の3水域において，卵・仔稚魚の分布実態を比較し，さらに，採集時に観測した幾つかの環境要因と対応することによって養殖場産出卵の移送様式を推察した．本調査における標本採集の時・空間的スケールは前報で明らかにされた親魚の産卵生態や流動・気象等の変化を考慮に入れ，可能な限り細かに設定するよう心掛けた．したがって，数日間・数時間における卵・仔稚魚分布の連続的な現象把握が主体となっており，年変動，産卵全期をとおしての変化についてはふれない．なお，移送に関与する流動の実験結果や数理的解析については第Ⅲ報に報告する．

本論に入るに先だち，西海区水産研究所佐藤重勝所長ならびに同下関支所矢野実支所長には発表の機会を与えていただきかつ懇切なる校閲を賜った．水産大学校三栖寛博士，林健一博士，西海区水産研究所田中克技官ならびに山口県外海水産試験場安村長場長には本稿のとりまとめにあたり細部にわたる御指導をいただいた．以上の方々に対し敬意と深謝の意を表す次第である．

材料と方法

1. 調査対象水域の概要

山口県日本海側中央に位置する仙崎湾と深川湾は東西に長い青海島と本土側突出部により2分された形で形成されており，狭い水路（瀬戸）によってつながっている．両湾とも湾の面積約20km^2，湾口幅約3kmを有すが，湾口の方位，湾口断面の形状，水深構造および底質は対照的な特徴を有している．仙崎湾の湾口は東側に開き，その横断線上に島嶼が存在するため湾口断面積が狭少であるが，深川湾のそれは北向きに開口し，単純な形状を示すため湾口断面積も広い．さらに，仙崎湾は海底傾斜が大きく底質も大部分泥質域で占められるが，深川湾は湾央から湾奥にかけて20m以浅の比較的なだらかな形状の砂質域で占められている（図1）．

両湾の海水流動を潮流板追跡結果，水温・塩分観測結果および底生生物指標種の分布状況よりみると，深川湾では水深20m等深線まで潮流が一定の傾向を示し，それ以浅では水の動きも顕著でないが，18.70‰以上の沖合系水が湾奥河口付近にまで達している．一方，仙崎湾では前湾にくらべ塩素量の値が全般的に低く，しかも20m等深線付近には顕著な不連続線が常に形成され，その奥部水域にはさらに低鹹な河川系水が

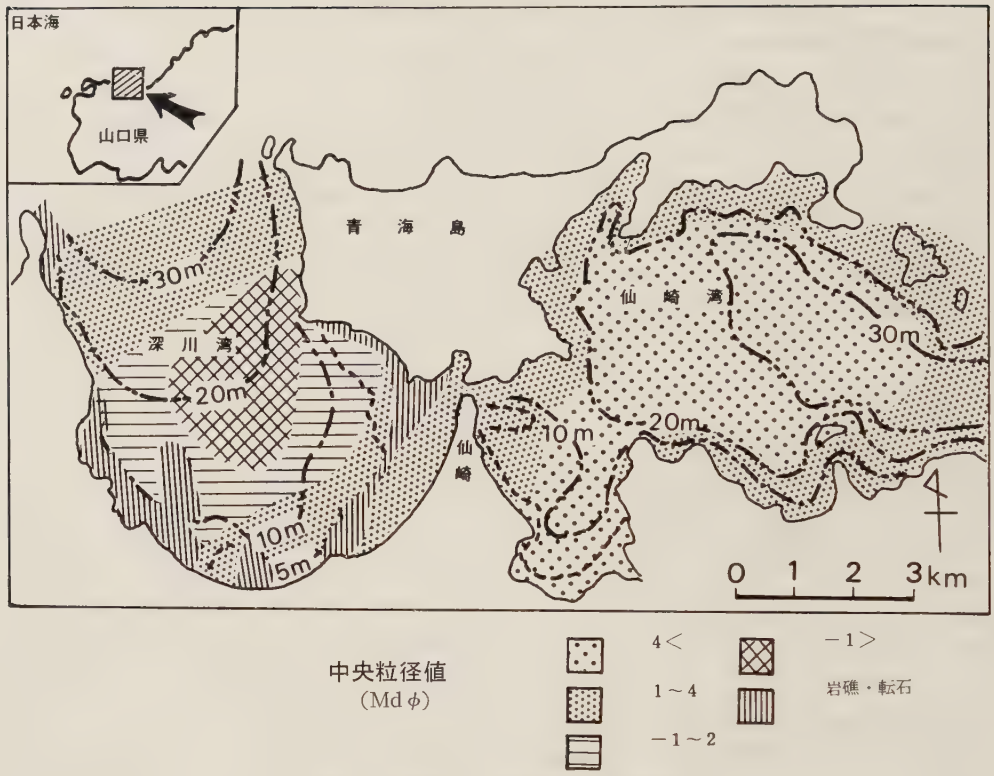


図 1. 仙崎湾および深川湾の地形と底質

みられる[2 4]．

次に両湾の生物分布の特徴を吾智網による試験操業結果よりみると，深川湾では外海との交流の著しい魚種が主として出現し，仙崎湾では一般的に内湾に出現する魚種が多くみられる．特に着底後のマダイ・チダイ稚幼魚は深川湾10m以浅の水域に卓越する分布様式を示し（図2，3），両湾の平均的資源量は約10万尾と見積られている[4–6]．また，産卵期のマダイ成魚は湾外定置網で漁獲されるが，湾内の各種漁業で漁獲されることはないので，両湾内では天然親魚による産卵は行われていないと考えられる．

以上に示すような物理的環境，生物分布の特徴を備える両湾において，天然および養殖場に起源をもつ卵・仔稚魚の分布様式を同時に比較しながら移送機構の解明を行った．

2. 採 集 方 法

調査水域をⅠ水域（養殖場の存在する小湾入部），Ⅱ水域（Ⅰ水域を含む仙崎湾全水域）およびⅢ水域（深川湾）に分離した（図4）．

卵・仔稚魚の採集には口径71.5cm，側長200cm，網地 NGG 54・38の稚魚網を用いた．

標本は採集後直ちに 5～10%ホルマリン液で固定し，研究室で前報の飼育結果と比較しながら種類を同定した．卵の発生段階は，Ⅰ期（胚盤形成～8 細胞期），Ⅱ期（16細胞期～胞胚期），Ⅲ期（のう胚期），Ⅳ期（胚体原基出現～胚体隆起），Ⅴ期（体節形成期），Ⅵ期（尾部分離発育期），Ⅶ期（ふ化直前）の7期とした．卵数は単位ろ水量（100㎥または1㎥）当りに換算し，また，多量の標本は容積法による推定値を用いた．

卵・仔稚魚は発生・発育段階および環境変化に対応して水平・鉛直分布が変化すると予想されるので，適確な分布実態が把握できるように，以下に示す各種えい網方法を試みた．

2-1 層別水平曳採集

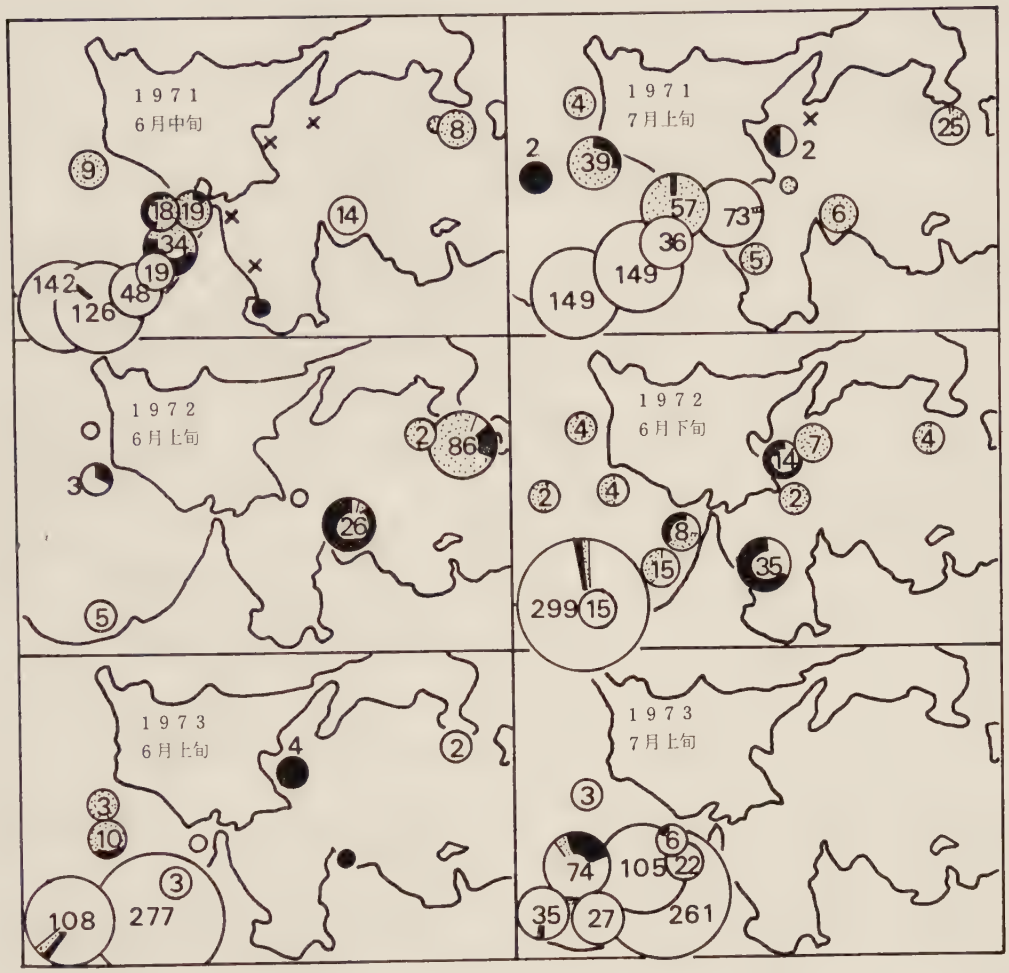


図 2. 吾智網試験操業におけるマダイおよびチダイ幼稚魚の分布（松浦ら[5]より引用）　円内の数値は1曳網当りの合計採集尾数

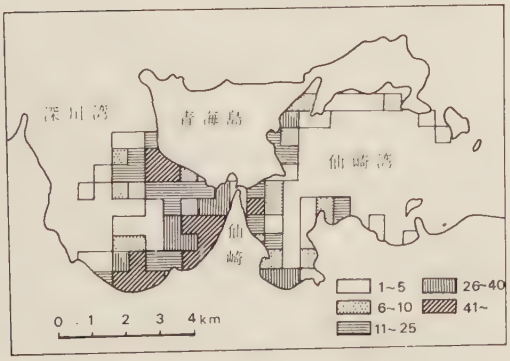


図 3. マダイ種苗採捕漁業の漁場分布（松浦ら[5]より引用）
数字は漁期間中の標本船による曳網回数

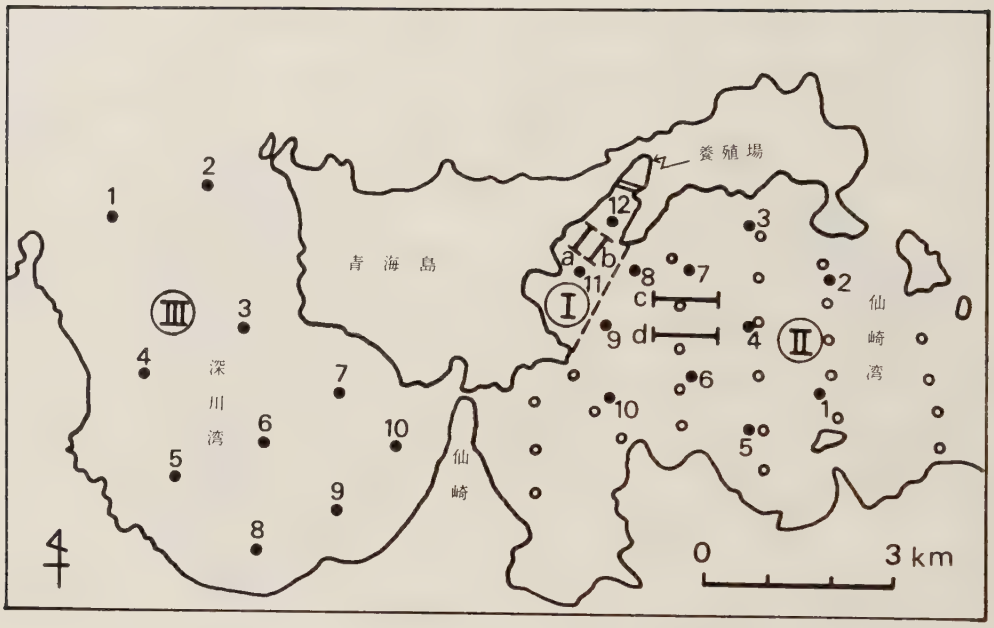


図 4. 調査水域および採集定点

1977年5月18日10～16時にaおよびb（Ⅰ水域），cおよびd（Ⅱ水域）4定線で各水域2隻による同時採集を行った（図4）．各定線ともえい網水深を0，5，10，15，20mの5層とし，稚魚網の前方に50kgの重垂をとりつけ，ロープの長さと傾角の調整で所定の層を10分間えい網した．稚魚網は開放式のため他層の混入が避けられないが，揚網時間や揚網方法の調整により混入量をできるだけ少なくするよう工夫した．採集時には各層で水温，塩分もあわせて観測した．

2-2 鉛直曳採集

卵の発生段階毎の水平分布を明らかにする目的で，Ⅰ・Ⅱ水域にそれぞれ27定点を設け，1975年5月14，26日にⅠ水域，5月15，27日にⅡ水域で採集した．さらに，潮時と対応させた連続的な分布変化を明らかにするため，Ⅰ水域の30定点で1976年5月18～20日と5月24～26日に1日2回連続3日間採集した（図5）．特に1976年の連続採集では1回の採集時間（2時間）を上げ潮・下げ潮時それぞれの中間に設定した．

採集方法は通常行われている方法で，稚魚網を海底まで下げた後，約1ノットの速さで表面まで揚網した．

2-3 傾斜曳採集

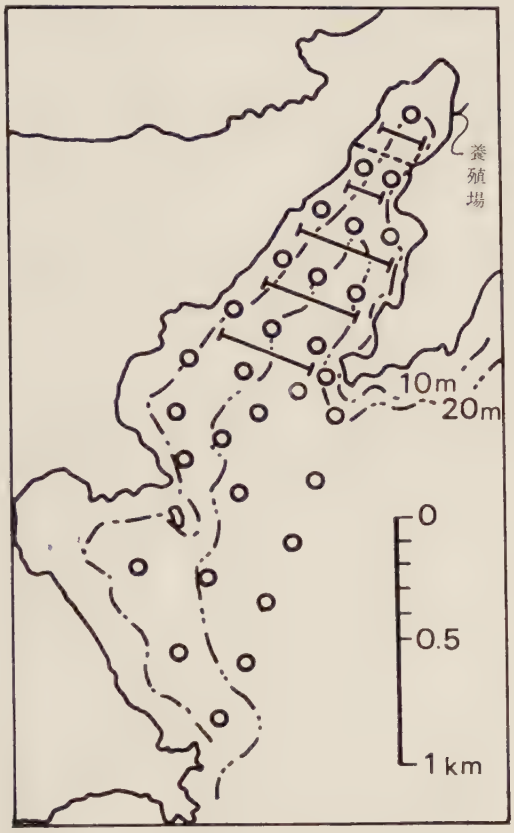
分布密度が低く，鉛直的にも分布の偏りがみられる仔稚魚を採集する目的で，1976年5月20，24日にⅡ水域，5月26日にⅠ水域の各10定点で1回採集した．さらに，潮時と対応させた連続的な分布変化を明らかにするため，1977年5月11，13日にⅠ・Ⅱ水域の12定点，5月12日にⅢ水域の10定点で1日2回（上げ潮・下げ潮）採集した（図4）．

リング前方に約30kgの重垂をとりつけた稚魚網を海底におろし，ひき綱を50mにのばしたのち，1.5～2ノットの速さで航走しながらひき綱を約5分間で表面まで巻き上げる方法で採集した．

2-4 表層水平曳採集

卵の低密度分布域での量を増やす目的で，1976年6月10，18，23日にⅡ水域，6月4，15，25日にⅢ水域の10～12定点で表面直下を約2ノットの速さで10分間えい網した（図4）．

産卵直後の卵の移送速度を明らかにする目的で，



○ 水平分布（鉛直曳）
⟷ 移送拡散（表層水平曳）

図 5.　Ⅰ水域における採集定点

1976年4月28，29日，5月6，7日，5月14，15日，1977年5月20，21日にⅠ水域の養殖場から250m間隔で設けた5定線（図5）上で産卵開始直前から1～2時間毎に約20時間同様の水平曳採集を行った．

結果および考察

1.　仙崎湾における卵・仔稚魚の鉛直分布について

Ⅰ，Ⅱ水域の4定線で層別採集に出現した種類は卵約12種，仔稚魚約20種におよぶが，その中で同定可能で，かつ出現量の多い代表種数種を選んで定線，水深毎の分布密度を示した（表1）．タイ卵卵については発生段階の観察結果から主としてⅢ期に達した前日産出卵とⅤ期に達した前々日産出卵に分離し，マダイ仔稚魚は水域別に水深による分布密度の変化を示した（図6）．

卵の分布層についてみると，タイ型卵はいずれの水域においても表層に多く出現し，特にⅠ水域でその傾向が著しい．Ⅱ水域では0mと5m層との差がやや小さくなり鉛直混合が進むようである．また，産出日の異なる卵で比較すると，産卵後の経過時間の短い前日産出卵の方が前々日産出卵より表層分布の傾向が著しい．その他の卵として，コノシロ卵はⅡ水域にのみ出現し，しかも同一水域の2定線で表層と5～10mの異なる2層に集中分布している．ネズッポ科の卵はⅠ水域では発生段階Ⅰ期（胚盤形成～8細胞期）の卵が15～20m層に卓越して出現するため見掛上底層分布型を示すが，Ⅱ水域では桑実期以降に達した卵が主体とな

表 1. 層別採集において主として出現した卵および仔稚魚（1977年5月18日）　　単位：個体数/100㎥

水深	水域	定線	卵 タイ型	卵 コノシロ	卵 ネズッポ科	仔稚魚 マダイ	仔稚魚 カタクチイワシ	仔稚魚 ネズッポ科	仔稚魚 カサゴ科	仔稚魚 マアジ	仔稚魚 ウシノシタ亜目	仔稚魚 ハゼ科	仔稚魚 コノシロ	仔稚魚 セスジボラ	仔稚魚 カワハギ	仔稚魚 ヒラメ科
0m	I	a	463.6		34.5				1.3							
		b	487		62.7	0.7			1.4	1.4		0.7				
	II	c	28	5.6	404.7		1.1						1.1	1.1		
		d	11	145.6	543.1	0.4								0.4		
	計		989.6	151.2	1.045.0	1.1	1.1		2.7	1.4		0.7	1.1	1.5		
5m	I	a	45.4		106	4.3	6.4	15.1		2.1	2.1				4.3	
		b	41.9		44.6		2.7	4.0	1.3	5.4	4.0				1.3	1.3
	II	c	29.1	108.3	188.6	2.3	10.4	5.8	5.8			1.1			2.3	
		d	9.8	44.1	69.8	1.2	30.6	3.6	2.4	2.4		1.2			1.2	
	計		126.2	152.4	409	7.8	50.1	28.5	9.5	9.9	6.1	2.3			9.1	1.3
10m	I	a	44.6		66.9	2.7	5.5	13.9	5.5	5.5					2.7	2.7
		b	42.3		65.1	4.5	10.5	25.7	3	1.5	1.5					3
	II	c	8.1	149.8	155.9	20.2	42.5	28.3	4			2			2	4
		d	6.1	10.1	40.7	18.3	136.5	55	8.1	4		2			18.3	6.1
	計		101.1	159.9	328.6	45.7	195	122.9	20.6	11	1.5	4			23	15.8
15m	I	a	26		678.5*		7	7								1
		b	23.2		75.1		7.3	3.9	0.6		0.6					1.3
	II	c	3.6	48.7	167.9	9	49.6	20.7	0.9		0.9	3.6			4.5	3.6
		d	0.7	17.3	59.4	5.2	45.1	21.8	0.7	0.7	0.7	2.2			2.2	0.7
	計		53.5	66	980.9	14.2	109	53.4	2.2	0.7	2.2	5.8			6.7	6.6
20m	I	a	25.3		1.404.2*	2.5	1.2	6.3	2.5							
		b	19.2		413.4*	1	2					1				
	II	c	0.9	38.2	74.7	5.4	28.2	11.8		2.7		0.9			0.9	0.9
		d		8.9	40	4.1	7.7	3.5		0.5						
	計		45.4	47.1	1,932.3	13	39.1	21.6	2.5	3.2		1.9			0.9	0.9

注：*印は発生初期の卵が大部分を占める.

り表層から15m層までが主分布層となる.

仔稚魚の分布層についてみると，採集量の多いマダイ，カタクチイワシ，カワハギ，ネズッポ科，カサゴ科，ヒラメ科には共通して10m層に集中分布する傾向がみられ，5～10m層の間に83～98%の比率で出現している．その他マアジ，ウシノシタ亜目，ハゼ科も5～15m層の間に多く出現している.

層別採集で得たマダイ仔稚魚68尾の全長範囲についてみると，水域間に差がみられず，0～5m層にはふ化直後から15㎜台まで広い範囲にわたって採集され，10m層では7㎜台が，20m層では9㎜台が最も多く採集されている（図7）．採集尾数が少なく，また1回の採集例であるので今後さらに調査を重ねる必要があるが，深い層では大型の仔稚魚の採集される割合が高い傾向がうかがわれる.

なお，採集時の塩分鉛直分布についてみると，0m層では34.15‰前後の高塩分水（a，c定線）と33.60‰前後の低塩分水（b，d定線）とがみられ，5m層との間の鉛直傾度が高い．5～15m層ではいずれも33.80～33.95‰の範囲にあり定線間の差が小さい（図8）.

以上に示した各種卵・仔稚魚の鉛直分布および塩分

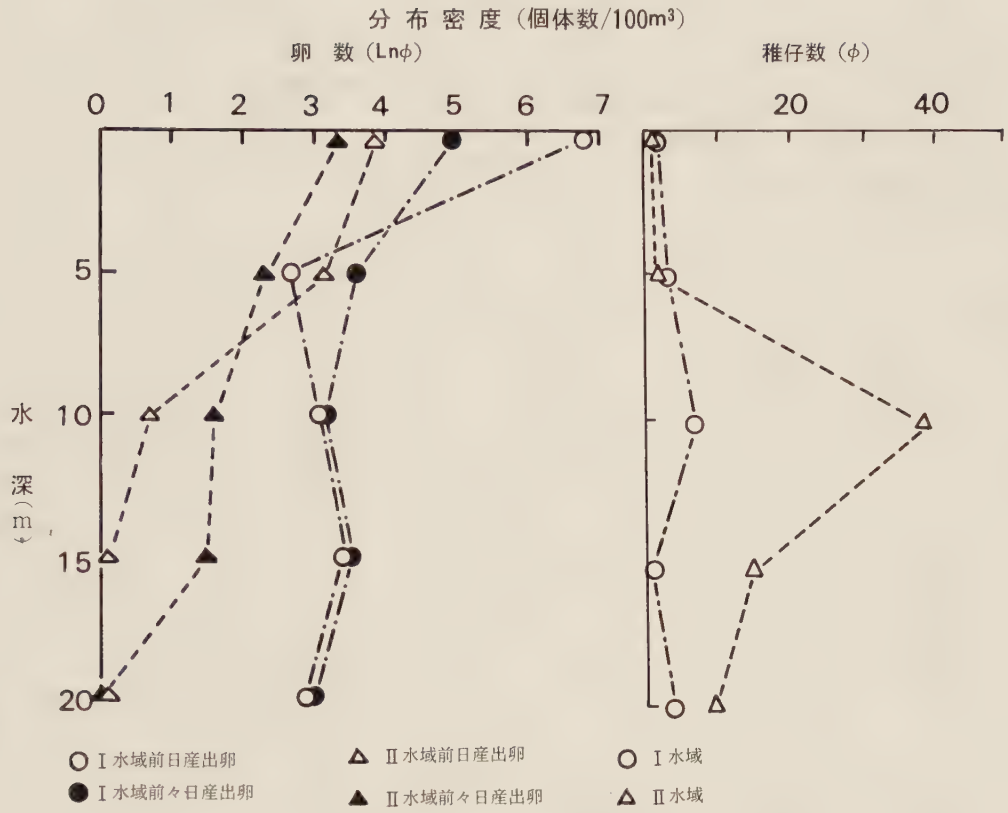


図 6. タイ型卵およびマダイ仔稚魚の鉛直分布（1977年）

鉛直分布からみて，卵の分布層は同じ浮性卵ではあっても卵自身の比重，産卵場所，産卵後の経過時間および流動等の違いが相互に関連して発現し，かなり変化に富むようである．これに対して，浮遊期の仔稚魚には各魚種に類似した鉛直分布特性がみられ，そのような分布をもたらす仔稚魚の行動とその根拠となる環境条件の存在が推察される．

卵の分布層についての報告は少ないが，渡辺[7]はマサバの発生初期卵が産卵水深である中層で多く採集されたことを報告しており，ここに示したネズッポ科の分布がそれと類似した分布様式を示している．仔稚魚の分布層については多くの研究がみられ，昼夜および時刻による分布層の変化を魚種別に比較した例もみられる[8,9]．マダイについて伊藤ら[10]は能登周辺海域の水深75～80mの水域で分布の中心は20mと50m層にあり，昼夜の採集量の比から鉛直的活動を示唆している．田中[11]は長崎県志々伎湾の水深30mの水域において，夜間は各層均質分布，昼間は底層中心の分布パターンを示し，発育・成長にともない7㎜までは底層指向が強まり，7㎜を境に再び中層への分布の移行がみられるとしている．筆者らの得た結果には魚種による分布型の相違[8,9]はみられず，むしろ共通した特徴がうかがえ，マダイについても他魚種とともに中層集中分布の様式を示している．

また，仙崎湾における仔稚魚の分布層が他の水域と異なることに関しては，水戸[8]の指摘しているとおり，仔稚魚が発育にともなって自己の好む環境を選択し，水中照度，濁度等環境要因の不連続さが大きい影響を及ぼすものと考えられる．

ここでは分布層が他水域と異なる一例として述べるにとどめるが，鉛直分布に関する法則性を論議するには，さらに，各種環境要因と対応した詳細な資料の積み重ねが必要である．

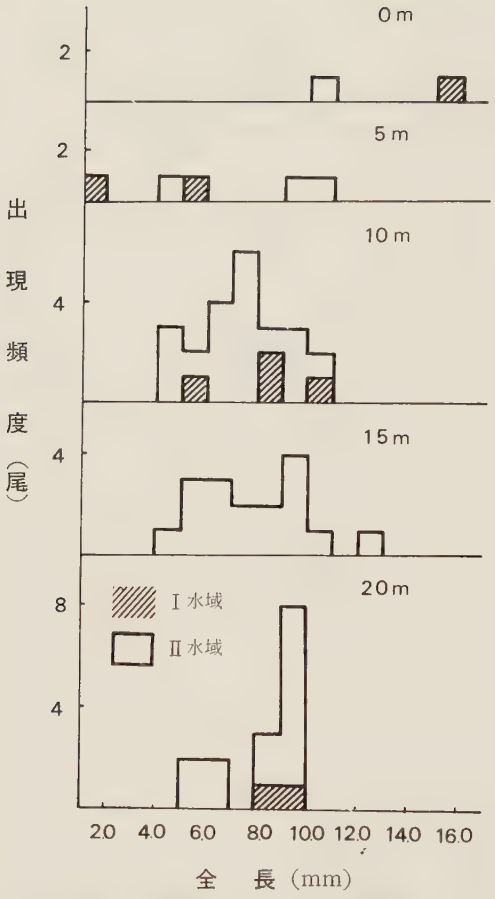


図 7. 層別採集で得られたマダイ仔稚魚の水深別全長組成（1977年）

2. 各水域における卵・仔稚魚の水平分布と移送拡散について

2-1 Ⅰ水域におけるタイ型卵の分布

1976年5月18～20日に実施した鉛直曳採集におけるタイ型卵およびマダイふ化仔魚の分布を示した（図9）．各採集時の卵を発生段階別組成にあらわすと明瞭に分離した3つの山がみられるので，それぞれの中心となる発生段階と水温との関係[1]から産出日を推定して産出日毎の分布パターンの変化として示した．

例えば，産卵直後の卵（18日午後採集；発生段階Ⅰ期）は養殖場内に卓越して出現し，隣接定点との密度差が大きく，湾口方向への分布の拡がりはみられない．産卵翌日の卵（午前採集；発生段階Ⅲ期，午後採集；発生段階Ⅳ期）には同じ潮汐時でも分布範囲と密度低下の現象に2つのタイプがみられる．すなわち，湾奥養殖場への風向の時には分布範囲の拡大や密度低下が著しくなく，逆の風向の時にはそれらが著しい変化を示す．分布範囲の変化には養殖場から湾口へ舌状に拡がりつつ密度が低下してゆく例が多いが，湾口へ向かう風の強い場合，それが分離してパッチ状分布となり移送される例もみられる．産卵翌々日の卵（発生段階Ⅴ期～ふ化仔魚）にも風向との関連が多少みられるものの密度はさらに低下する．ふ化の段階に至ってこの水域内へ残留する量はきわめて少ないことがうかがえる．

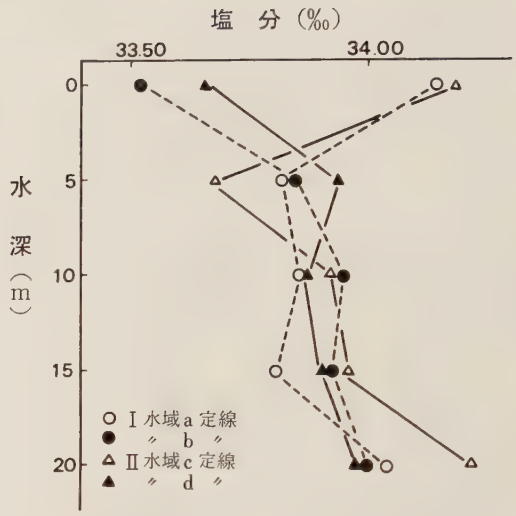
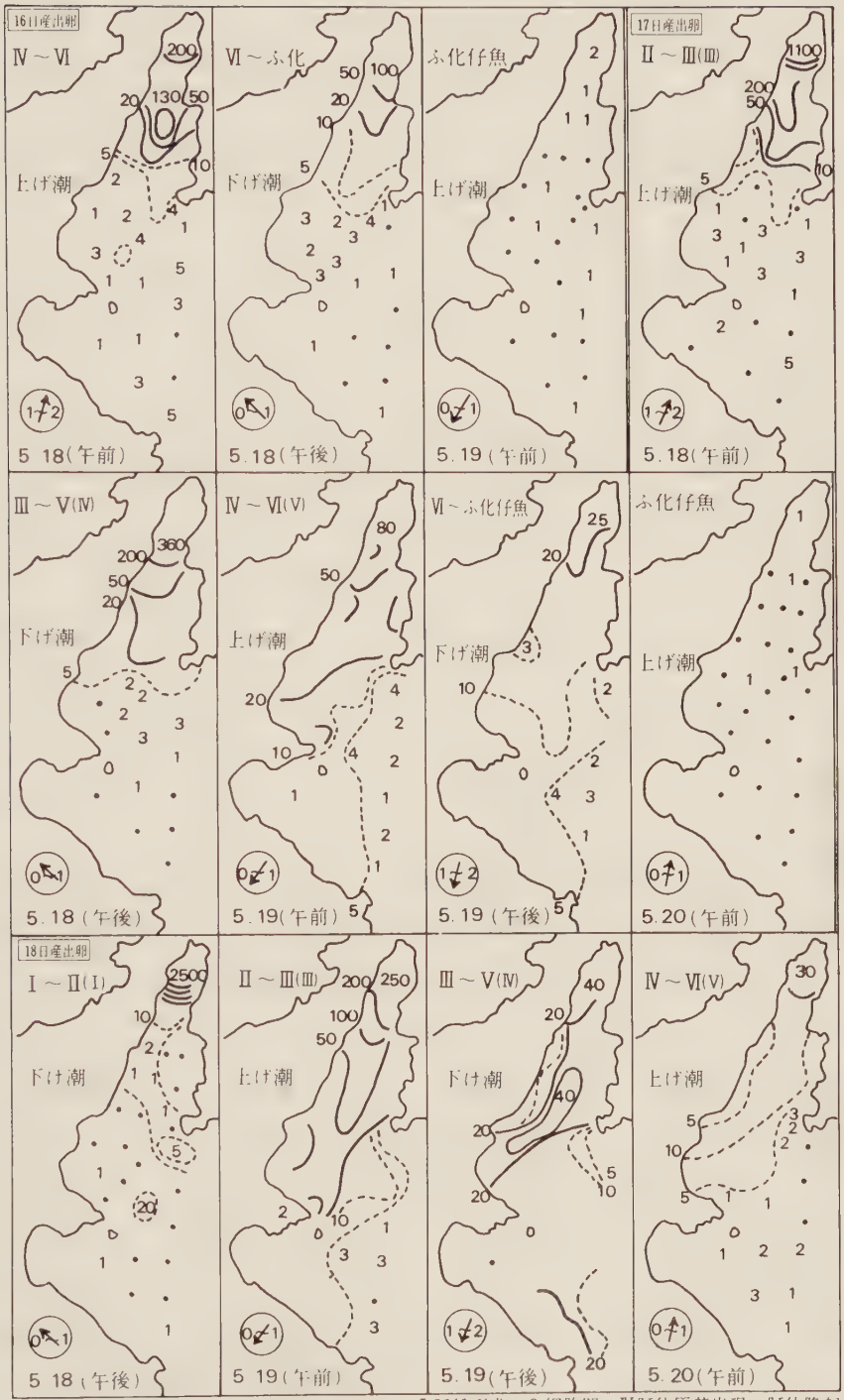


図 8. 層別採集時における各定線の塩分鉛直分布

次に，風の影響を無視できる条件であった1977年5月20，21日の表層水平曳連続採集（Ⅰ水域5定線で実施）の結果から潮汐変化と移送様式の関係について示した（表2）．上表は養殖場親魚産出卵の採集結果を示し，下表は20日21時30分に産卵場へ赤色染色卵100万粒，養殖場から250mの距離にある定線へ紫色染色卵88万粒を放流して，各定線で回収した卵数（1えい網当り）を示す．この日の潮位観測によると，高潮時は21日00時21分，低潮時は20日18時20分，21日05時20分にみられ，潮位差はそれぞれ43，26cmであった．

産卵場における当日産出卵（20日）の分布密度は産卵後最初の高潮時である21日00時に最高となり，次の高潮時である10時に再び高くなる．250m定線上でも時間のずれはみられるものの2回の増減変化がみられる．



Ⅰ胚盤形成～8細胞期　Ⅳ胚体原基出現～胚体隆起
Ⅱ16細胞期～胞胚期　Ⅴ体節形成期
Ⅲのう胚期　Ⅵ尾部分離発育期
Ⅶふ化直前(鰭膜完成期)

図 9. Ⅰ水域におけるタイ型卵の産出日別分布様式（鉛直曳採集）　数字は1曳網当り採集数.

表 2.　表層水平曳採集におけるタイ型卵の時刻別出現量（Ⅰ水域5定線）

養殖場産出卵　　1977年5月20～21日に採集　潮位変化 LW18：20，HW00：21，LW05：20

時刻＼距離	産卵場			250 m			500 m			750 m			1,000 m		
	20日産出卵	19日産出卵	18日産出卵	20日産出卵	19日産出卵	18日産出卵	20日産出卵	19日産出卵	18日産出卵	20日産出卵	19日産出卵	18日産出卵	20日産出卵	19日産出卵	18日産出卵
14：00	0	84.5	0	0	192.2	0	0	20.3	2.9				0	2.7	0.4
16：00	53.3	36.8	0	0	139.8	0	0	77.2	0	0	25.9	0	0	4.4	0
18：30	204.6	6.0	3.9	42.2	112.8	1.7	5.5	122.2	0						
22：00	768.4	0	0	981.1	125.0	0	14.9	57.7	1.9	0	11.5	0	0	4.7	0
00：00	1,586.9	0	0	11.3	44.8	0	46.6	46.6	0	0	3.7	0	0	1.7	0
02：30	977.8	30.2	0	154.4	58.9	0	3.3	34.7	0	0	0	0	0	9.6	0
05：30	659.7	12.1	0	664.3	60.1	0	37.4	6.2	0	0	7.2	0	1.9	4.0	0
08：00	140.6	0	0	659.7	36.9	0	10.3	1.7	0	6.9	0	0	6.9	0	0
10：00	367.5	6.4	0	21.5	0.5	0	8.9	0.8	0	2.2	0.7	0	0	14.2	0

放流染色卵（21：30放流，産卵場赤色100万粒，250 m紫色88万粒）

時刻＼色識別	赤色	紫色	赤色	紫色	赤色	紫色	赤色	紫色	赤色	紫色
22：00	3,051	0	2	207	0	0	0	0	0	0
00：00	162	0	0	75	0	16	0	0	0	0
02：00	95	0	0	255	0	0	0	2	0	0
05：00	1,037	0	0	191	0	9	0	0	0	0
08：00	147	2	0	104	0	1	0	0	0	0
10：00	48	47	0	4	0	0	0	0	0	0

図 10.　傾斜曳採集で得られたタイ型卵のⅠ～Ⅲ水域における水平分布（1977年）

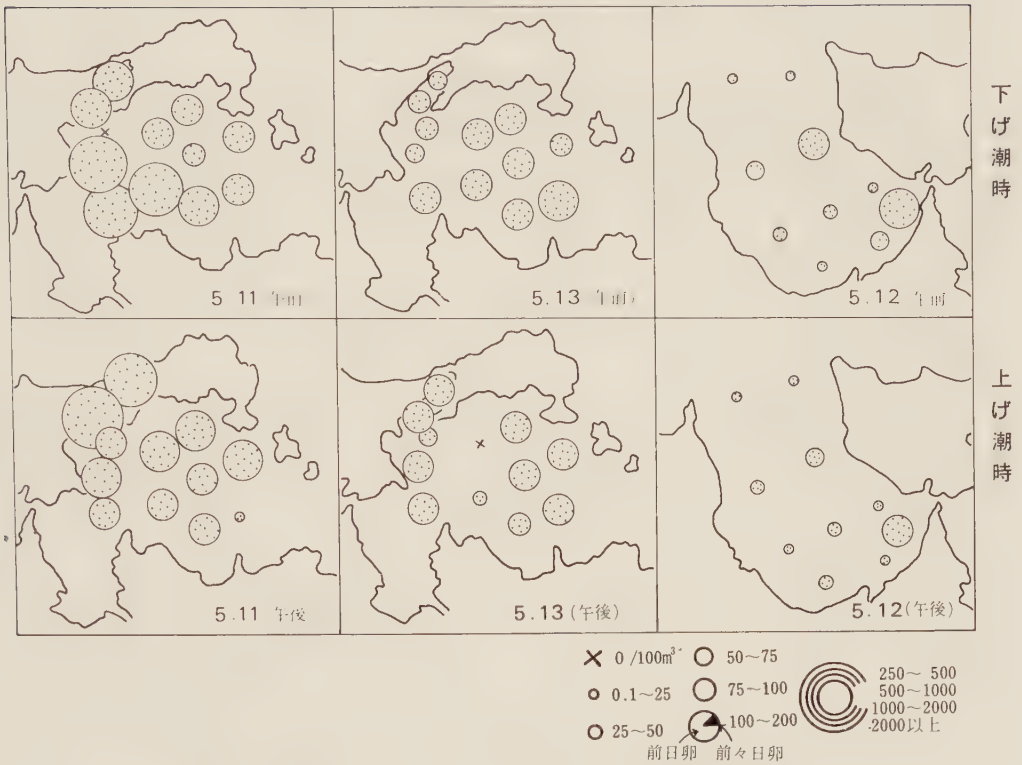


図 11.　傾斜曳採集で得られたネズッポ科の卵のⅠ～Ⅲ水域における水平分布（1977年）

500m定線上に至ると急激に密度が低下し，750m以遠の定線上では05時30分以降にわずかながら出現する程度である．染色卵の回収状況は必ずしも養殖場産出卵の変化と一致しないが，250m定線放流卵が湾口方向への移送を示す一方，2回目の高潮時には産卵場へ逆移送されている現象もみられ，潮汐による往復運動を示唆している．前日産出卵（19日）は高密度域が250～500m定線上にみられ，時間の経過にともなう密度変化は単純な減少傾向を示す．前々日産出卵（18日）はこの水域内には極くわずかしか残存していない．

このように，昼間の風の影響のある条件下における卵分布パターンの変化には吹送流の影響が著しくみられ，無風時における産卵直後の卵には潮汐変化と対応した周期的な密度変化がみられる．したがって，Ⅰ水域における卵の移送には潮汐流と吹送流が相互に関与していると考えられるが，潮汐流による移送効果はそれほど大きくなく，むしろ吹送流による移送が主体となるであろうと推定された．同様な現象は大内ら[12]が福岡県引津湾の養殖マダイ産出卵の移送様式を検討した結果にも認められている．

2-2　各水域におけるタイ型および数種の卵の分布

1977年5月11～13日に実施した傾斜曳採集結果の中で出現量の多いタイ型，コノシロおよびネズッポ科の卵の分布を示した（図10～12）．なお，この他に出現卵は5～6種のタイプがみられたが，後に述べる仔稚魚出現量の多いカタクチイワシ，サバ科の卵の出現がまれであったことは特徴的である．

タイ型卵は高い分布密度を示すⅠ水域からⅡ水域との境界域で急激に密度が低下し，Ⅱ水域内では湾奥部と湾口部の定点間における密度差がきわめて小さい．前日産出卵は湾奥部とほぼ同じ密度で湾口部まで到達しており，移送速度の速いことがうかがえる．前々日産出卵にもほぼ同様な傾向がみられる．ネズッポ科の卵は日によって分布パターンが異なり，湾全域に均等に分布する例とタイ型と同様な分布を示す例とがみられる．タイ型分布を示す場合には発生初期（胚盤形成

図 12.　傾斜曳採集で得られたコノシロ卵のⅠ～Ⅲ水域における水平分布（1977年）

～桑実期）卵が湾奥部に卓越して出現している．ここに出現したネズッポ科の1種の産卵場は砂質浅海域に形成されているため[13]，この湾に出現したネズッポ科の卵も養殖場付近の砂質域で産卵されたものであろう．コノシロ卵は前2種と異なり，外海的性格の強いⅢ水域には全く出現せず，Ⅱ水域では湾央部の密度が高く，またそれらは発生初期（胞胚期）のものが多い．コノシロは内湾性の魚種で4月中旬～6月下旬に湾央から湾口の深みで産卵する[14,15]ことからこのような分布パターンを示すものと思われる．これらの分布は上げ潮時（午後）と下げ潮時（午前）とに対応させてはいるものの3日間ともS～SEが卓越していたことから滞留集積現象のみられる例といえる．

卵分布パターンと潮汐，風向風力成分，塩分分布等との対応が明瞭にみられる例として，1976年6月の表層水平曳採集によるタイ型卵と小型単脂卵*の分布を示した（図13）．

タイ型卵の分布には潮時，風向との対応がよくみられ，この時は潮汐流と吹送流の相互作用に起因する流動によって分布型が決定されているようである．Ⅲ水域では湾口部に高密度域がみられ，湾口から湾内へ移入する様子がみられる．小型単脂卵では両水域とも発生初期卵（桑実期以前）が湾奥部の定点に出現し，発生後期卵（胚体形成期以降）が湾口部寄りの定点に出現し，タイ型卵の分布より一層明瞭に移送パターンとしてあらわれている．

以上数種の卵の分布パターンや環境要因との関係からみて，Ⅱ水域に出現するタイ型卵は養殖場から移送されたものとみられ，しかもⅠ水域にみられた吹送流と潮汐流の影響がさらに顕著となり，第一義的に効果を及ぼす吹送流の方向によっては1日以内に湾外へ移送される可能性がうかがえる．Ⅲ水域ではタイ型卵は逆に湾外から湾内へ移送される分布様式を示すが湾内には滞留集積する水域がみられず，一時移入した卵も再び短時間のうちに湾外へ移出する可能性の方が大きいといえる．また，いずれの水域においても湾外産卵

＊飼育実験ではベラ類とシロギスが出現するが，固定卵のため分離できないので小型単脂卵とした．

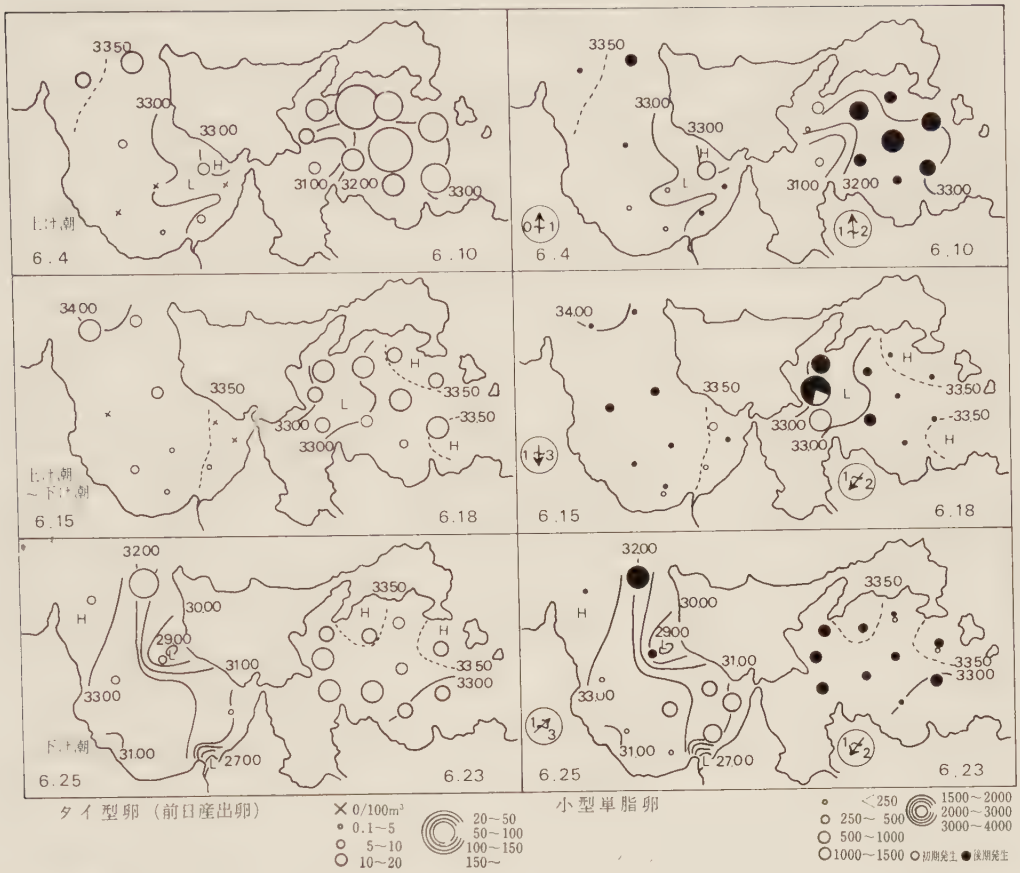


図 13.　タイ型および小型単脂卵の分布と風向風力，潮時および塩分分布の関係（1976年表層水平曳採集）

種の卵が湾内へ移入し滞留する可能性は少ない．

2-3　各水域におけるマダイおよびその他の仔稚魚の分布

仔稚魚の分布についても卵と同様に最も採集量の多かった1977年5月11～13日の傾斜曳採集の結果を検討した．

各採集時のタイ類（マダイおよびクロダイ）仔稚魚の平均分布密度はⅡ水域で9.0～24.4尾/100㎡，Ⅲ水域で3.2～5.6尾/100㎡にあり，前者は後者の2～8倍程度の高い水準を示している．Ⅱ水域における分布パターンは4例とも湾奥部に分布の中心を示し，潮時によって多少南北沿岸ぞいに移動している．Ⅲ水域では湾口部に分布の中心を示し，湾内にはⅡ水域のような特定の集中分布域はみられない（図14）．

同時に採集されたその他の仔稚魚は約25種みられ，出現量の順位はカタクチイワシが常に1位を占め，2・3位はネズッポ科とマダイが，4位はカサゴ科，5位はサバ科が占める．湾外～沖合域を産卵場とするカタクチイワシ，サバ科と湾内外で産出するネズッポ科，カサゴ科4種の分布をみると，いずれの種類もⅡ水域ではマダイ同様湾奥部に高密度域が形成され，Ⅲ水域では特定の分布パターンを示さず，高密度域の形成される場所が変化に富んでいる（図15～18）．

次に，Ⅱ水域における各定点の群集構造から定点間の類似度をみるため木元の重複度指数（$C\pi$）[16] を求めた（図19）．出現種すべてを含めて扱うには同定上の問題もあるため，前述の5種の他にマアジ，クロダイ，カワハギ，ヒラメを加えた9種を用いた．全体的な傾向として，上げ潮時にはほとんどの定点において類似度が高くなるが，下げ潮時には定点間の相互関連

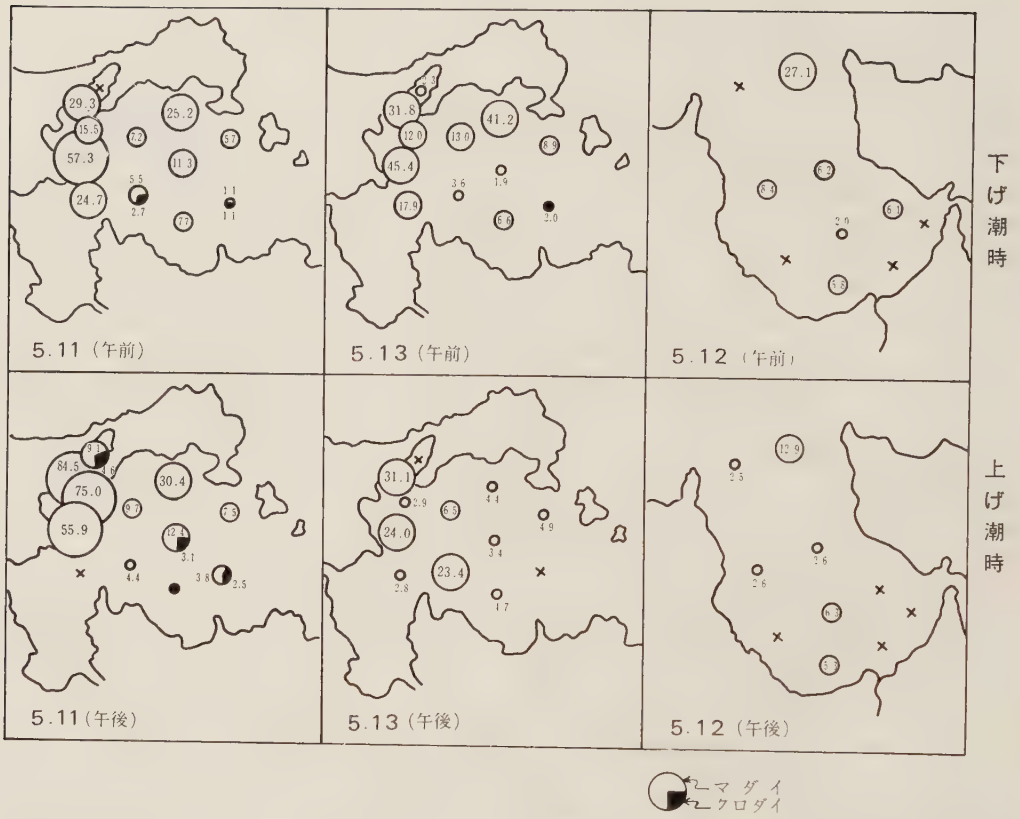


図 14. 傾斜曳採集で得られたタイ類仔稚魚のⅠ～Ⅲ水域における水平分布（1977年） 数字は100㎡当り採集尾数

がきわめて薄くなる．いずれの潮時にも共通して低い値を示すのは Stn. 2 と12である．このことは上げ潮時には湾奥部のごく狭い水域を除いてほぼ共通の移送様式にあり，下げ潮時にはかなり複雑な水塊移動を示すようである．したがって，湾奥部へ集積されているマダイ仔稚魚も他の魚種と同様に湾口部から移送されたものが滞留している可能性が強いといえる．

傾斜曳採集によって得られたマダイ仔稚魚320尾の全長組成についてみると，Ⅱ水域では5～7㎜の間にモードがみられ，4㎜以下の採集量はきわめて少ない．Ⅲ水域では3～10㎜の間に各サイズが平均的に出現している（図20）．2-1で述べたように産卵場を擁するⅠ水域の鉛直曳採集でもふ化後間もない2～3㎜サイズの仔魚の出現が少ないことが特徴的である．その他の魚種の全長はカタクチイワシが4.3～26.3㎜，ネズッポ科が2.0～7.0㎜，サバ科が4.1～12.5㎜の範囲を示し，その組成にはマダイにみられる明瞭なモードはあらわれず，特にⅢ水域でその傾向が著しい．ところで，稚魚網によるマダイの採集効率に関してみると，田中[17]は2㎜台まで，森[18]は3㎜台まで採集し，2㎜台については稚魚網から逸出する可能性を示唆している．筆者らの使用した稚魚網も網目幅は同規格を使用しているので3㎜台の逸出は考えられず，むしろ卵の分布量は前2者の調査した水域よりはるかに多いので湾内でふ化に達するとすれば採集される可能性は十分に大きいはずである．

以上示したように，産卵場を擁する仙崎湾（Ⅱ水域）ではふ化直後から4㎜までのマダイ仔稚魚が少ないこと，湾外産の仔稚魚も湾内産の種と同様に湾奥部に共通して集積していることおよび定点間の群集類似度も湾口から集積域までは高いことなどからここに比較した出現種は共通の移送過程にあると推定される．

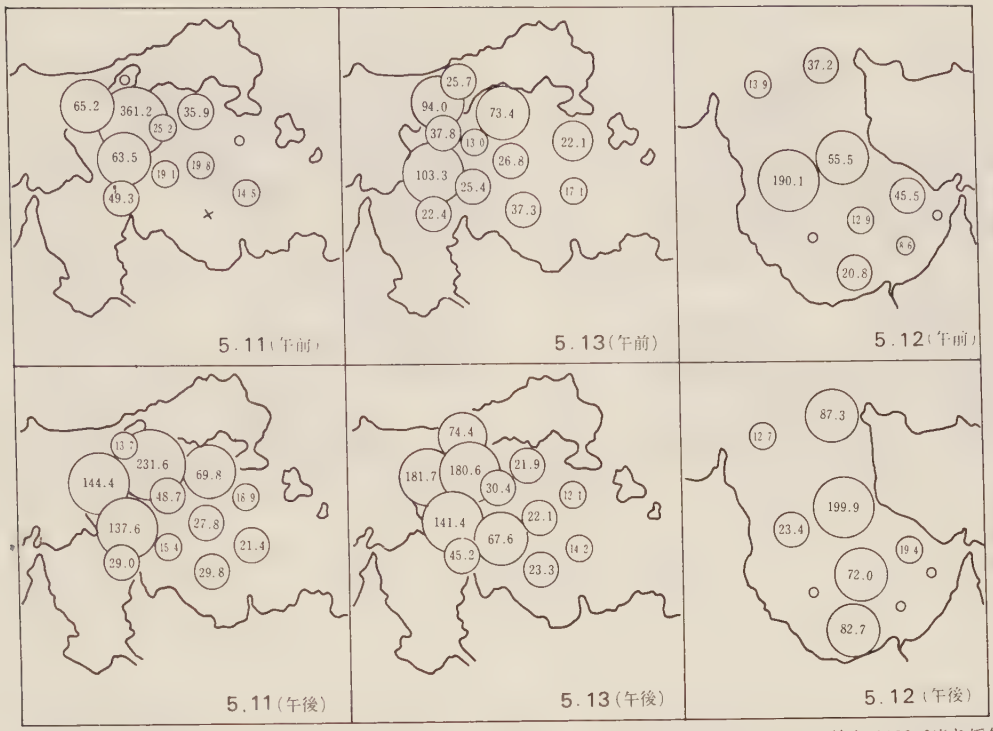


図 15. 傾斜曳採集で得られたカタクチイワシ仔稚魚のⅠ～Ⅲ水域における水平分布（1977年）　数字は100㎥当り採集尾数

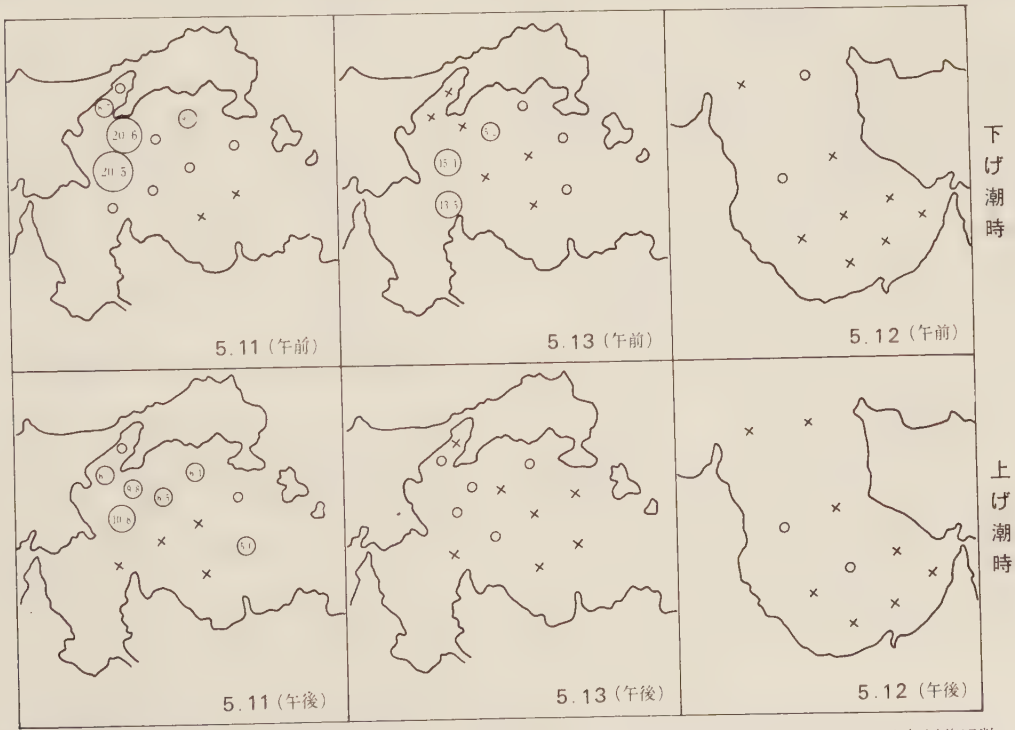


図 16. 傾斜曳採集で得られたサバ科仔稚魚のⅠ～Ⅲ水域における水平分布（1977年）　数字は100㎥当り採集尾数

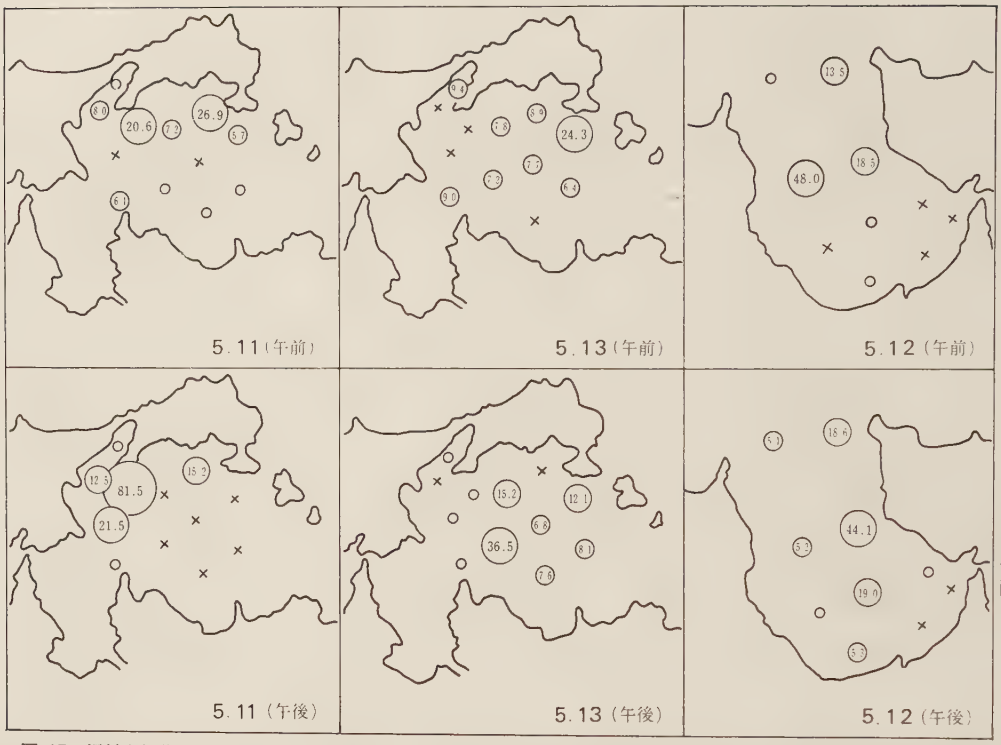


図 17. 傾斜曳採集で得られたカサゴ科仔稚魚のⅠ～Ⅲ水域における水平分布（1977年） 数字は100㎥当り採集尾数

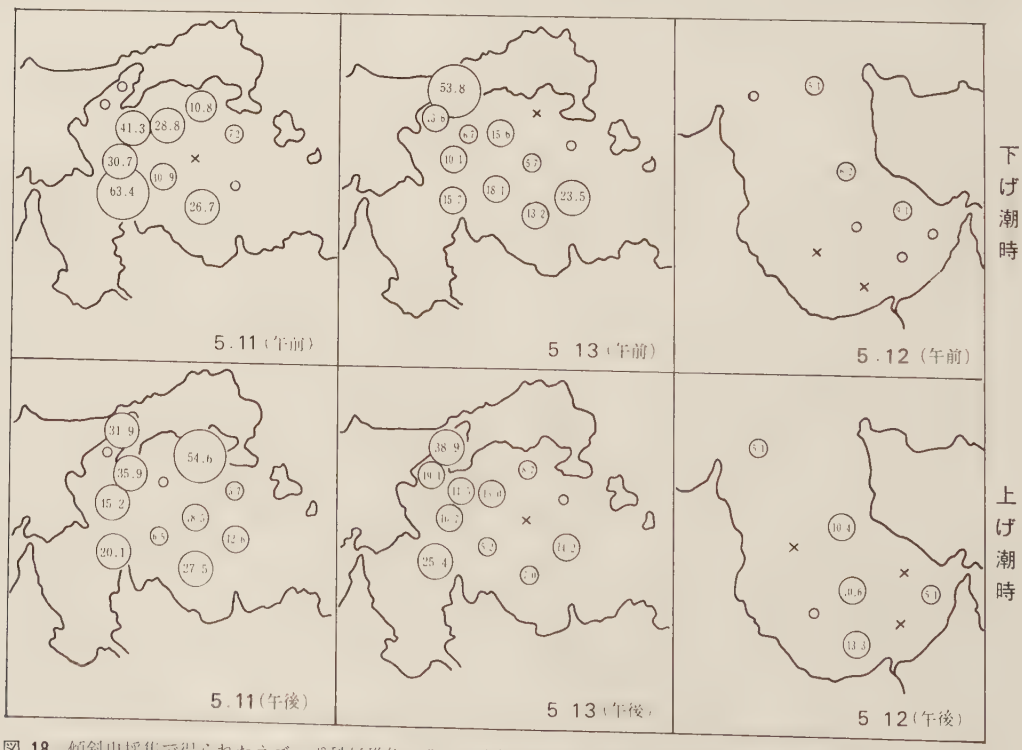


図 18. 傾斜曳採集で得られたネズッポ科仔稚魚のⅠ～Ⅲ水域における水平分布（1977年） 数字は100㎥当り採集尾数

図 19. 木元の群集重複度指数（Cπ）によるⅡ水域定点間の仔稚魚群集の比較（1977年傾斜曳採集）

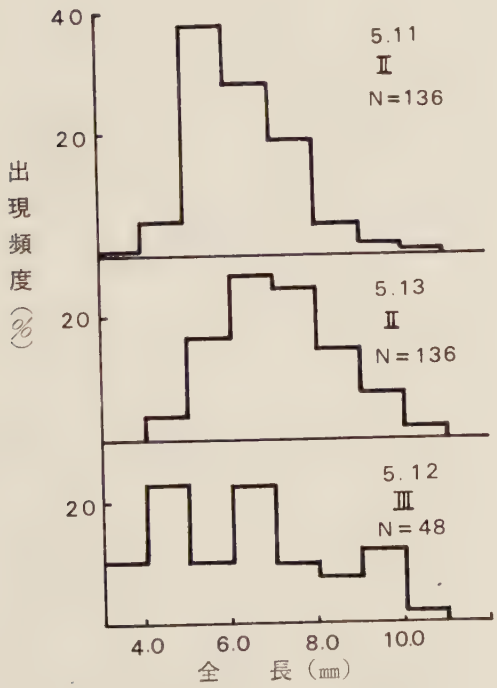


図 20. 傾斜曳採集で得られたマダイ仔稚魚の水域別全長組成（1977年）

したがって，2-2，2-3に述べた卵の移送過程を考慮すると，養殖場で産出されたマダイ卵は，一部は仙崎湾内にとどまり湾奥部に集積される傾向もうかがわれるが，その大部分は比較的短期間に吹送流等によって仙崎湾外へ移送される可能性が大きい．それらの卵が湾外周辺水域でふ化・発育したのち一部の仔稚魚が再び潮汐流によって他魚種と同様に仙崎湾奥部へ移送集積されていると考える方が現段階では妥当と思われる．今後は調査対象水域をさらに拡大し，周辺水域全域に対する補給源としての位置づけを明らかにするとともに，浮遊期から着底期に移行する発育過程の調査へと発展させる必要がある．

要約

養殖マダイの自然産出卵の移送機構を明らかにするため，1975年から3ケ年養殖場を中心として仙崎湾および深川湾で親魚の産卵実態と卵仔稚魚の分布を調査した．本報では養殖場水域，仙崎湾および深川湾の3水域で稚魚網を用いて各層水平曳，表層水平曳，鉛直曳，傾斜曳を試み，卵・仔稚魚の水平，鉛直分布についていくつかの知見を得たので報告する．

1. 養殖場水域を含む仙崎湾はやや内湾性の性格を有し，急深で大部分泥質によって占められている．深川湾は外海的性格を有し，全域砂質によって占められ，面積約1/2に相当する10m以浅域に岩礁・転石帯が点在する．深川湾の10m以浅域は着底期以降のマダイ幼稚魚の生息適地となっており，両湾の中で最もマダイ幼稚魚資源の豊富な水域である．

2. 養殖場水域および仙崎湾央において各層（0，5，10，15，20m層）水平曳採集を行い，昼間におけるタイ型卵およびマダイ仔稚魚の鉛直分布を明らかにした．あわせて3種の卵と11種の仔稚魚についても明らかにした．

卵の分布層は卵の形質，産卵後の経過時間，塩分・流動環境などによって種類・発生段階毎に変化に富んでいる．タイ型卵は発生初期にごく表層に分布し，後期発生段階になると鉛直混合が進み，分布範囲が深層へ拡がる．

仔稚魚の分布は多量に標本の採集されたマダイ，カタクチイワシ，ネズッポ科，カサゴ科，カワハギ，ヒラメ科とも10m層に集中してみられた．マダイ仔稚魚の全長と分布層の関係についてみると，0～5m層ではふ化直後から15㎜台の範囲で幅広く出現し，10m層では7㎜台が，20m層では9㎜台が最も多く採集され，深い層では大型の仔魚の採集される割合が高い傾向がうかがわれる．

3. 鉛直曳採集の結果から養殖場水域におけるタイ型卵およびふ化直後の仔魚の水平分布についてみると，産卵後の経過時間にともなう分布範囲，密度の変化は吹送流の生じない条件のもとでは潮汐の影響がみられるが，吹送流が生じるとむしろその影響が顕著となる．採集量からみて，この湾入部にふ化仔魚として残留する量はきわめて少ない．

4. 傾斜曳採集の結果によると，養殖場水域から仙崎湾へ移送された卵は同日産出卵が湾口域までほぼ同密度で出現する．このことから，前水域との境界域で急速に分散が進み，表層に分布する卵の移送はさらに速くなるものと思われる．深川湾では湾外から移送されるタイ型卵の分布密度はきわめて低く，分布パターンにも一定した傾向はみられない．

また，表層水平曳採集の結果から仙崎・深川湾におけるタイ型前日産出卵と小型単脂卵の分布を潮汐，風向風力成分，塩分と対応させたところ，卵の分布はそれらの相互作用により移送され，特に吹送流による影響を強く受けていることがわかる．これらのことから卵の湾内外の交流は早ければ1日以内に行われる可能性のあることが示唆された．

5. 傾斜曳採集による結果からマダイ仔稚魚の水平分布についてみると，仙崎湾では常に湾奥部に高密度域がみられ，湾外産卵種のカタクチイワシ，サバ科および湾内外産出種のカサゴ科，ネズッポ科の仔稚魚にも同様な傾向がみられた．深川湾は湾外産卵種に湾口からの移送パターンがみられるが，仙崎湾のような集積域はみられない．水平，鉛直分布の様式からみて，仔稚魚の移送は卵とは異なり，主として潮汐流による移送，集積が行われていることが示唆された．

6. 仔稚魚の全長組成についてみると，仙崎湾ではマダイ仔稚魚のふ化直後から4㎜までの出現がまれで，5～7㎜サイズにモードがみられる．

一方，他の魚種はふ化直後からかなり発育の進んだ仔稚魚まで幅広く出現している．このように，全長組成や分布パターンからみて，養殖場に由来するマダイ仔稚魚は湾内にそのまま残留し着底する単純な移送過程ではないように推定された．今後は調査水域の拡大とともに浮遊期から着底期に移行する過程の調査へと発展させる必要がある．

文　献

1）松浦秀喜・角田信孝　1980：養殖マダイ産出卵の移送機構に関する研究　Ⅰ．養殖マダイの産卵について．西水研研報，(55)，65-80.

2）中原民男・小川嘉彦　1968：深川湾内水の流動について．深川湾環境調査結果報告書，19，山口県外海水試.

3）松野進・浅原充雄・松森茂　1979：重要内湾環境調査結果報告書，1-46，山口県外海水試.

4）松浦秀喜・中村達夫・浅原充雄　1973：マダイ資源生態調査報告書，1-68，山口県外海水試.

5）松浦秀喜・水津洋志・有薗真琴　1974：マダイ放流技術開発調査報告書，1-36，山口県外海水試.

6）松浦秀喜・土井長之　1974：山口県外海域のマダイ資源の研究—Ⅱ，仙崎湾・深川湾マダイ当才魚の資源解析．東海水研研報，(80)，11-28.

7）渡辺泰輔　1970：マサバの発育初期における形態・生態ならびに資源変動に関する研究．東海水研研報，(62)，1-283.

8）水戸敏　1965：天然海域における稚仔魚の生態．水産増殖，臨時号4，25-30.

9）服部茂昌　1964：黒潮ならびに隣接海域における稚魚の研究．東海水研研報，(40)，60-68.

10）伊藤勝千代・沖山宗雄　1980：能登海域におけるマダイ資源の補給機構．資源培養方式開発のための沿岸域における若令期タイ類補給機構に関する研究，22-23，農林水産技術会議事務局.

11）田中克　1980：志々伎湾におけるマダイの生態—浮遊生活期の生態．資源培養方式開発のための沿岸域における若令期タイ類補給機構に関する研究，120-125，農林水産技術会議事務局.

12）大内康敬・角健造・三井田恒博・吉田久典・光安健司　1977：受精卵放流方式による資源培養の可能性についてⅡ，引津湾域におけるマダイ産出卵の分布．昭和51年度福岡県福岡水試研究業務報告，1-9.

13）高井徹・吉岡俊夫　1979：トビヌメリ *Callionymus beniteguri* の生活史—Ⅰ．卵・仔稚魚および幼魚．水産大学校研究報告，**27**（2・3），147-154.

14）桑谷幸正・古旗喜太夫・岩見喜作・船田秀之助　1959：コノシロの生態学的研究—Ⅳ，産卵期と人工授精による卵発生及び産卵場について．昭和32年度京都府水試報告，296-303.

15）内野憲　1977：栗田湾におけるコノシロ卵稚仔の集結，分散について（予報）．昭和51年度京都府水試報告，66-73.

16）木元新作　1976：多様性と種類組成．動物群集研究法Ⅰ，192 pp.，共立出版，東京.

17）田中克　1980：志々伎湾におけるマダイ仔稚魚の生態に関する研究—Ⅰ．浮遊生活期仔稚魚の水平分布．西水研研報，(54)，231-258.

18）森慶一郎　1980：油谷湾における浮遊期，底生生活初期のマダイの生態．西水研研報，(54)，59-78.

非　売　品

昭和56年3月25日　印刷
昭和56年3月30日　発行

水産庁西海区水産研究所
〒850　長崎市国分町49

印刷人　松　尾　隆一郎
印刷所　株式会社　隆　文　社
佐世保市瀬戸越町260
電　話　㊾　3306

495

CONTENTS

Sachiko NAGASAWA and Ryuzo MARUMO
Chaetognaths as Food of Demersal Fishes in the East China Sea 1

Katsuhiro KISO
On the Feeding Habit of O-group Crimson Sea Bream, *Evynnis japonica*, in Shijiki Bay, Hirado Island 15

Akihiko SHIROTA and Katsuhisa TANAKA
Studies on the Suspended Matter in the Ariake Bay-I. Transportation of the Clay Floc-Suspension from the Chikugo River to the Estuary 27

Kikuo KOJIMA and Seiko HANABUCHI
Ecological Studies on Decapod Crustacians in Yuya Bay, the Japan Sea-I. A List of the Species Caught and Seasonal Change in the Species Composition 39

Kikuo KOJIMA
Growth of the Red Sea Bream (*Pagrus major*) in Young Stages in Yuya Bay, the Japan Sea 55

Kikuo KOJIMA
Spawning of the Red Sea Bream (*Pagrus major*) in the Waters around Iki Is. and Mishima Is. in the Western Part of the Japan Sea 71

Hideyoshi MATSUURA, Makoto ARIZONO and Nobutaka KAKUDA
Research on Transportation and Distribution of Eggs of Cultured Red Sea Bream-II. Distributional Pattern of Eggs and Larvae 89

SEIKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
49 KOKUBU-CHO, NAGASAKI 850
JAPAN